

Ana Sofia Alves Felício

“Ultrassons em Endodontia”

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

PORTO, 2016

Ultrassons em Endodontia

Ana Sofia Alves Felício

“Ultrassons em Endodontia”

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

PORTO, 2016

Ana Sofia Alves Felício
“Ultrassons em Endodontia”

Dissertação apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos
requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária.

Atestando a originalidade do trabalho,

(Ana Sofia Alves Felício)

Porto, 2016

Resumo

Introdução: O presente trabalho aborda as diferentes utilizações da tecnologia de Ultrassons na área da Endodontia. Atualmente, a utilização de ultrassons nesta área, ocupa um lugar de destaque, tendo-se tornado num equipamento indispensável nas varias áreas de abordagem, no âmbito do tratamento endodôntico. As aplicações clínicas, em que a utilização da tecnologia ultrassônica assume um papel de destaque, são: o refinamento de cavidades de acesso, localização de canais radiculares, preparação de istmos, remoção de espigões e instrumentos fraturados, ativação de soluções de irrigação, desobturação de canais radiculares, condensação de MTA e preparação apical para retrobturação em cirurgia apical.

Objetivos: Esta dissertação tem como objetivo principal explorar, através de uma revisão de literatura, a importância e papel do Ultrassons em Endodontia. Procedeu-se a uma revisão bibliográfica, analisando a literatura que versa o tema, de modo a investigar o Ultrassom em Endodontia, nas suas diferentes dimensões: a evolução da técnica, o protocolo em toda a sua extensão, a sua utilidade e aplicabilidade na prática clínica.

Material e Métodos: Pesquisa bibliográfica através de motores de pesquisa on-line como: *b-On*, *Pubmed*, *Scielo*, *Science Direct*, *ResearchGate* e *Google Académico*. De seguida, foram selecionados os artigos definidos com limites temporais e critérios de inclusão entre 2000 e 2016. Na aplicando dos critérios de exclusão foram rejeitados artigos dos quais o teor não teria relevância para a concretização do trabalho, artigos com idiomas estrangeiros (com exceção de Inglês, Espanhol e Italiano), artigos fora dos limites temporais e estudos em animais. A pesquisa resultou total de 356 artigos dos quais foram utilizados 113.

Conclusões: A introdução do ultrassom levou a cirurgia Endodôntica a um outro nível de precisão, esta tecnologia desempenha cada vez mais um papel essencial tanto na Medicina Dentária como na Endodontia, sendo estes capazes de apresentar melhoria e desenvolvimentos significativos na manutenção e tratamento dentário.

O uso de Ultrassons em Endodontia é um meio auxiliar de tratamento útil, no o refinamento de cavidades de acesso, localização de canais radiculares, preparação de

istmos, remoção de espigões e instrumentos fraturados, ativação de soluções de irrigação, desobturação de canais radiculares, condensação de MTA e preparação apical para retrobturação em cirurgia apical.

Palavras-chave: “Endodontic”, “Ultrassounds”, “start-x”, “endoroudles”, “post removal” e “Sonochemical”

Abstract

Introduction: This paper discusses the different uses of Ultrasound technology in the field of endodontics. Currently, the use of ultrasound in endodontics, occupies a prominent place, having become an indispensable equipment in the various areas of approach that makes up the procedures carried out under the endodontic treatment, according to the most current standards of quality and success. Clinical applications where the use of the ultrasonic technology plays an important role, are the refinement of access cavities, location of root canals, preparatory isthmus, removing spikes and broken tools, activating irrigation solutions, removal procedure of root canals, MTA condensation and apical preparation for retrofilling in apical surgery.

Objectives: This thesis aims to explore, through a literature review, the importance and role of Ultrasound in Endodontics. The authors conducted a literature review, analyzing literature which addresses the issue in order to investigate the Ultrasound in Endodontics in its different dimensions: the evolution of the technique, the protocol in its entire length, its usefulness and applicability in practice clinical.

Methodology: Literature search through online search engines such as b-On, Pubmed, Scielo, Science Direct, ResearchGate and Google Scholar. Then we selected the items that were defined as time limits and inclusion criteria between 2000 and 2016. Exclusion criteria rejected articles of which the content would not have relevance to the implementation of the work, foreign languages articles (other than English, Spanish and Italian), items outside the time limits and animal studies. The research resulted total of 356 articles which were used 113.

Conclusions: The introduction of ultrasound led to Endodontic surgery to a new level of precision, this technology plays an increasingly important role both in dentistry and in Endodontics, which are able to present improvement and significant developments in the maintenance and dental treatment.

Use of Ultrasound in Endodontics is a useful treatment to assist in the refinement of cavities access, location of root canals, preparing isthmus, removal of spikes and broken instruments, activation of irrigation solutions, removal procedure of root canals, condensation MTA apical and apical preparation for retrofilling in surgery.

Keywords: “Endodontic”, “Ultrassounds”, “start-x”, “endoroudles”, “post removal”
e “Sonochemical”

“Aqueles que estão apaixonados pela prática sem a ciência são iguais ao piloto que navega sem leme ou bússola e nunca tem certeza para onde vão. A prática deve estar sempre baseada em perfeito conhecimento da teoria.”
Leonardo da Vinci, 1452-1519

Dedicatória

*Dedico este trabalho aos meus Pais,
Clotilde de Fátima Alves Felício e Óscar
António Cardoso Felício. Por serem o pilar da
minha vida, acreditarem sempre em mim e
apoiares-me em todas as decisões e etapas
da minha vida. Ao meu irmão, Álvaro Renato
Alves Felício pela paciência, apoio e
orientação que me forneceu ao longo dos
anos. Obrigado!*

Agradecimentos

Aos meus familiares e amigos, que coloriram e fortaleceram todo o meu percurso e contribuíram para a minha caminhada na vida pessoal e académica.

Ao meu orientador, Dr. Luís França Martins, pela ajuda na escolha deste tema e por todos os momentos de apoio e dedicação, no decurso deste trabalho.

A todos os docentes que contribuíram para a minha formação académica.

À Universidade Fernando Pessoa por me ter recebido e contribuído para um percurso académico repleto de conhecimento e experiência.

Índice

Índice de Abreviaturas.....	ix
Índice de Tabelas	x
Índice de Figuras	x
I-Introdução	1
II- Desenvolvimento	4
1-Material e Métodos.....	4
2-Tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC).....	5
3-Ultrassons	9
3.1-Aplicações dos ultrassons na endodontia.....	14
3.1.1- Regularização de cavidades de acesso e localização de canais.....	16
3.1.2- Ativação de soluções de irrigação	18
3.1.3-Remoção de fragmentos de instrumentos, postes e espigões	25
I. Remoção de Fragmentos de Instrumentos.....	25
II. Remoção de Postes e Espigões	30
3.1.4-Outros (adaptação de obturação, compactação do MTA , retratamento cirúrgico)	32
I-Adaptação da obturação	32
II-Compactação do MTA.....	34
III-Retratamento cirúrgico	35
III-Conclusões	50
IV-Referências Bibliográficas	51

Índice de Abreviaturas

CBCT- Cone Beam Computed Tomography

EDTA- Ácido Etilenodiaminotetracético

IRM- Material Restaurador Intermediário ou Cimento Oxido de Zinco Eugenol

IRS- Instrument Removal System

IUP ou PN- Instrumentação Ultrassônica Passiva

KHz- unidade de medida derivada do SI para frequência

LIPUS- Low- Intensity Pulsed Ultrassound

mm- é uma unidade de medida de comprimento

MTA- Agredado de Trióxido Mineral

NaOCl- Hipoclorito de Sódio

PDR- Power of Resolution

RTEC- Retratamento Endodôntico Cirúrgico

RTENC- Retratamento Endodôntico Não Cirúrgico

SCR- Sistema de Canais Radiculares

TEC- Tratamento Endodôntico Cirúrgico

TENC- Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico

UAI- Ultrasonically Activated Irrigation

UI- Instrumentação Ultrassônica Simultânea

Índice de Tabelas

Tabela 1- -Aplicações dos Ultrassons na Medicina dentária (Yen-LIian et al. 2013)....	11
Tabela 2- Caraterísticas das pontas ultrassónicas START-X.....	17
Tabela 3-Agentes irrigantes (adaptado Zehnder,2006)	19
Tabela 4- Contra-indicações segundo Rhodes (2006), Johnson, Fayad e Witherspoon (2011), Von Arx (2011), Evans, Bishop e Renton (2012).....	37
Tabela 5- Indicações segundo a European Society of Endodontology (2006), Tsesis et al. (2006), Yan (2006), American Association Endodontists (2010) e Evans, Bishop e Renton (2012),	38
Tabela 6-- Kit básico cirúrgico (Jostes e Johnson, 2002).....	42

Índice de Figuras

Figura 1-Classificação de casos de cirurgia endodôntica (Kim, 2006)	39
--	----

I-Introdução

Um dos principais objetivos do tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC) consiste na terapia de desinfecção dos canais radiculares e da rede tridimensional de estruturas associadas ao substrato dentinário radicular. Assim sendo, a eliminação do conteúdo bacteriano e de restos de tecidos pulpare, contaminados ou necrosados remanescentes no interior dos canais radiculares constitui uma prioridade nestes tratamentos (Kreisler, Kohnen et al. 2003).

A infecção bacteriana desempenha um papel fulcral no desenvolvimento de necrose pulpar e na formação de lesões periapicais. Deste modo, o objetivo principal do tratamento endodôntico deverá ser a eliminação da infecção bacteriana e a remoção mecânica dos tecidos danificados que se encontram no interior do canal radicular (Garcez et al, 2007).

Assim, a desinfecção em endodontia representa o pressuposto principal da terapia e do tratamento operatório de sistemas de canais radiculares, apresentando-se esta área como objeto necessário de constantes estudos e investigações, na tentativa de melhorar os recursos disponíveis, ou mesmo encontrar novas formas de atuação. (Soukos, Chen et al. 2006; Gordon, Atabakhsh et al. 2007; Mareending, Paque et al. 2007; Marchesan, Brugnera-Junior et al. 2008; Mohammadi 2008).

Apesar do sucesso da terapia endodôntica ter aumentado significativamente com o desenvolvimento e adoção de novas tecnologias (Fonseca et al, 2008), está bem estabelecido que a eliminação das bactérias dos canais radiculares é complexa, e que as atuais técnicas endodônticas apresentam limitações para a desinfecção total do sistema canalar (Garcez et al, 2008). Os maiores desafios são a complexidade morfológica do sistema radicular, a organização ecológica da microbiota em biofilmes e as limitações dos próprios materiais e técnicas. (Bergmans et al, 2008).

O tratamento endodôntico tem então, por finalidade possibilitar a permanência, na cavidade bucal, do elemento dentário sem vitalidade ou com esta comprometida, para que este continue a exercer suas funções na fisiologia bucal, sem se tornar um agente desencadeador de doenças aos tecidos perirradiculares (Hargreaves, 2013).

No que concerne ao conhecimento da morfologia do sistema de canais radiculares, este

torna-se essencial e fundamental para o diagnóstico, tratamento, prognóstico e preservação de casos clínicos na terapia endodôntica (Cantatore; Berutti; Castellucci, 2012).

Além do canal principal, temos uma rede de canais acessórios, secundários, laterais, intercanais e delta apical, formando um complexo sistema de canais (Galafassi, 2007).

O conhecimento dessa complexa anatomia interna do endodonto torna-se essencial, visto que a topografia interna do sistema de canais radiculares dificulta a técnica de preparação biomecânica. *Debris* necróticos podem permanecer nessas irregularidades e não serem removidos pelos procedimentos mecânicos. Nessas áreas, o contato com agente químico, soluções irrigadoras, tem como uma das suas funções, dissolver os tecidos necróticos complementando o preparo mecânico e assim eliminando a dentina necrótica e os microrganismos (Lopes; Siqueira JR, 2010).

Desta forma, a desinfecção em endodontia representa atualmente o pressuposto principal e mais importante da terapia e do tratamento operatório de sistemas de canais radiculares, apresentando esta área como objeto necessário de constantes estudos e investigações, na tentativa de melhorar os recursos disponíveis no momento, ou mesmo encontrar novas formas de atuar que permitam suplantar e evidenciar na prática clínica os resultados atualmente obtidos. (Soukos, Chen et al. 2006; Gordon, Atabakhsh et al. 2007; Marending, Paque et al. 2007; Marchesan, Brugnera-Junior et al. 2008; Mohammadi 2008).

Sabemos que, o sucesso do tratamento endodôntico está intimamente ligado à adequada limpeza e saneamento dos canais radiculares. Atualmente, a tecnologia oferece-nos diversos recursos para facilitar esse processo, tais como os sistemas rotatórios, porém, estudos mostram que tanto a instrumentação rotatória, quanto mecânica, podem não eliminar totalmente a smear layer e os *debris* que se formam no sistema de canais durante a instrumentação. (Ultrassons. [Em linha]. Disponível em <http://www.adielcomercial.com>. [consultado em 06/06/16]).

O ultrassom entre as suas diversas funções, tem como um auxiliar para a ativação da substância química através da formação de ondas ultrassônicas, que induzem à vibração da solução irrigante e consequente aumento da temperatura podendo ser uma ótima complementação no momento da irrigação ativa promovendo maior limpeza. Pode ainda

ser utilizado para a remoção do hidróxido de cálcio, auxilia na remoção de instrumentos fraturados, termoplastificação da guta no momento da obturação dos canais radiculares e desobturações. (Ultrassons. [Em linha]. Disponível em <http://www.adielcomercial.com>. [consultado em 06/06/16]).

As suas funções não param por aí, o seu uso para a remoção de espigões diminui o risco de comprometimento da integridade do remanescente da peça dentária através da vibração frequente, que promove a fragmentação do cimento e facilita a tração do núcleo retido mecanicamente. (Ultrassons. [Em linha]. Disponível em <http://www.adielcomercial.com>. [consultado em 06/06/16])

A utilização do ultrassom tem sido uma grande aliada na endodontia, através dos movimentos de varredura atribuindo maior segurança, e facilitam a exploração da cavidade sem realizar desgastes desnecessários no sentido apical, tal como a sua aplicabilidade em canais calcificados. (Ultrassons. [Em linha]. Disponível em <http://www.adielcomercial.com>. [consultado em 06/06/16])

Em suma, o ultrassom não veio para substituir, mas sim auxiliar e aperfeiçoar as técnicas endodônticas. (Ultrassons. [Em linha]. Disponível em <http://www.adielcomercial.com>. [consultado em 06/06/16])

II- Desenvolvimento

1-Material e Métodos

Este trabalho tem como objetivo a elaboração de uma revisão bibliográfica sobre O Uso de Ultrassons em Endodontia, no qual serão abordados tópicos como: propriedades, características, as diferentes aplicações.

A pesquisa científica foi realizada em diversos portais de pesquisa, na biblioteca da Universidade Fernando Pessoa e na biblioteca da faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.

Para tal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos principais motores de busca: Pubmed, B-On, Science-Direct, 'Journal of endodontics', bem como teses e dissertações, utilizando as palavras-chave "Endodontic", "Ultrassounds", "start-x", "endoroudles", "post removal" e "Sonochemical" que foram associadas de várias formas. Foram ainda incluídos artigos publicados entre 2006 e 2016. A pesquisa foi efetuada entre Março de 2016 e julho de 2016.

Os critérios de exclusão foram artigos que não abordassem diretamente o tema em estudo, artigos de estudos em animais, artigos com idiomas estrangeiros (com exceção de Inglês, Espanhol e Italiano) e artigos fora dos limites temporais. A pesquisa resultou num total de 356 artigos dos quais, foram utilizados 113.

Foram considerados: artigos periódicos, textos científicos, monografias, dissertações e teses disponíveis.

Após o levantamento bibliográfico, os critérios de inclusão abrangeram a análise dos trabalhos e a classificação dos mesmos por temas abordados de acordo com os assuntos tratados no texto.

2-Tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC)

A Endodontia, historicamente até o século XX, não era reconhecida como uma especialidade dentro da Medicina Dentária, pois esta era praticada empiricamente procurando unicamente o alívio da dor.

Em 1911, Hunter mostrou que a infecção dos dentes advertia de múltiplos fatores exógenos, e por este motivo, reconhecendo a importância da conservação da peça dentária, iniciou-se um período de grande investigação e procura para colmatar os problemas surgidos nesta área (Carrilho, 2012).

Um dos maiores avanços tecnológicos da Medicina Dentária tem sido dirigindo a Endodontia, que tem evoluído de forma a apresentar melhores resultados nos tratamentos a que se propõe.

Um dos principais propósitos da Endodontia é proporcionar ao sistema de canais radiculares (SCR) as condições ideais de assépsia, eliminando os microrganismos patogênicos e permitindo a manutenção e viabilidade do dente. Deste modo, o insucesso do tratamento endodôntico atribui-se, à permanência dos microrganismos no SCR, não só devido à possibilidade de ocorrer um déficit na desinfecção, mas também devido à possível reinfecção, durante o tratamento, ou devido a um selamento coronal insuficiente (Carrilho, 2012).

A limpeza e a modelagem do sistema de canais radiculares são fundamentais para o sucesso do tratamento endodôntico. A instrumentação manual, apesar de amplamente utilizada para esse fim, apresenta limitações no que se refere à limpeza dos canais radiculares, bem como possibilita a ocorrência de iatrogenias durante o preparo biomecânico (transporte do canal, formação de degraus, perfurações, compactação de dentina e fratura de instrumentos). Desta forma, foram desenvolvidos novos instrumentos de níquel-titânio, acionados a motor para a instrumentação rotatória dos canais radiculares (Carrilho, 2012).

Segundo Buchanan, essa técnica apresenta conicidades variadas obtendo como vantagens maior capacidade de limpeza do canal radicular, melhor controle apical dos instrumentos e melhor adaptação do cone principal de guta-percha durante a obturação. Uma das mais importantes vantagens é que a forma do instrumento se assemelha à morfologia do canal

radicular, proporcionando um preparo mais simples e efetivo e, conseqüentemente, uma obturação mais satisfatória (Buchanan, 2000).

Assim, os tratamentos endodônticos têm evoluído com a finalidade de preparar o sistema de canais radiculares para receber uma obturação hermética e desta forma preservar a saúde dos tecidos periapicais e/ou restabelecê-la quando acometidos por lesões. Tais metas são alcançadas mediante obediência a dois requisitos essenciais: um profundo conhecimento da morfologia interna dos canais radiculares, inclusive das suas características morfológicas mais frequentes e uma adequada preparação químico-mecânica, seguida da obturação dos mesmos (Ferrari, 2008).

Segundo Peters (2001) e Hubscher (2003), 35-53% da superfície dos canais radiculares permanecem não instrumentadas. A eliminação deste fenômeno e a diminuição destes valores é um dos principais objetivos da aplicação e o desenvolvimento de técnicas de utilização de ultrassons em endodontia (Peters, 2001; Hubscher, 2003).

O preparo mecânico independentemente de se recorrer a limas manuais ou mecânicas atua sobretudo na porção central do canal, não sendo eficiente no preparo de toda a superfície e irregularidades (istmos, pontos de confluência de canais e canais laterais/acessórios) que existem nos canais. Diferentes estudos mostram que o preparo mecânico deixa 35 a 50% das paredes dentinárias por preparar (Peters, Schönenberger e Laib, 2001; Wu e Wesselink, 2001; Peters, 2004).

Devido à melhoria das novas tecnologias de visualização utilizadas na Medicina Dentária e que podem ser aplicadas na endodontia, variando da simples lupa de magnificação, passando pelo microscópio, ou até mesmo as tecnologias de visualização radiológica tridimensional ou CBCT (*Cone Beam Computed Tomography*), sabe-se atualmente que atuamos num campo com um verdadeiro sistema tridimensional de canais. (Soukos, Chen et al. 2006; Fimple, Fontana et al. 2008).

O dente é composto por espaços acessíveis manualmente e com instrumentos rotatórios, sendo estes os canais principais, e com pouca facilidade de acesso temos istmos, deltas, loops, canais laterais e acessórios e ainda túbulos dentinários.

O tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC) é composto por várias etapas individuais, interligadas, que têm como objetivo final comum, através da limpeza, da desinfecção e da obturação correta do SCR, promover o retorno à normalidade e/ou permitir a preservação da saúde dos tecidos periapicais, assim como devolver a função do dente na arcada (Kustarci, 2008).

Pode-se dizer que a preparação dos canais radiculares é realizada simultaneamente com a utilização de instrumentos e soluções irrigantes. Por esse motivo, é também conhecida como preparação químico-mecânica dos canais radiculares (Kustarci, 2008).

Na preparação dos canais muitas vezes não conseguimos alcançar todas as zonas dos canais independentemente das técnicas utilizadas, não sendo possível tratar todas as localidades do dente. Desta forma é necessário um sistema de limpeza complementar dos canais (limpeza bioquímica de espaços acessíveis e inacessíveis), que uma vez aplicado permite a obturação dos canais com gutta percha e cimento (Kustarci, 2008).

No tratamento endodôntico podemos distinguir diversas fases como a abertura da câmara pulpar, desenhar o canal, desinfetar o canal com irrigantes, e por fim a obturação. Por fim, concluímos o tratamento com uma restauração pós endodônticos, após análise cuidadosa da radiografia final (Kustarci, 2008).

A procura constante de novos instrumentos ou tecnologias que forneçam as condições de instrumentação, desinfecção e obturação, com a finalidade de maximizar a qualidade e viabilidade dos tratamentos, é um dos desafios constantes da investigação na área de Endodontia (Gutknecht, 2008).

Na endodontia, os instrumentos rotatórios convencionais para serem utilizados no preparo químico-mecânico dos canais radiculares, devem ser manipulados cuidadosamente para evitar acidentes desagradáveis. A maioria dos instrumentos rotatórios convencionais são utilizados e possuem a maior efetividade de corte em rotação horária, ou seja, movimento em sentido dos ponteiros dos relógios (Pécora *et al.*, 2004).

Está reconhecido e amplamente documentado na literatura científica, que a taxa de sucesso do TENC está intimamente ligada ao grau de desinfecção que se consegue estabelecer no sistema de canais radiculares. Segundo Garcez e colaboradores (2008) a taxa de sucesso e recuperação de lesões periodontais apresentada pelo TENC é de 94%,

nos casos em que antes de realizada a obturação radicular é recolhida uma amostra do conteúdo do sistema de canais com resultados microbiológicos negativos (Garcez, Nunez et al. 2008).

Por outro lado, a taxa de sucesso do TENC decresce para 68%, nos casos em que os resultados da cultura microbiológica, recolhida antes da obturação radicular, são positivos, ou seja, indicadores da presença de contaminação microbiana (Garcez, Nunez et al. 2008).

Deste modo, a abordagem a este facto deverá ser munida de todo o conhecimento científico indispensável, assim como de ferramentas que possibilitem alcançar o melhor resultado clínico possível (Nair, Sjogren et al. 1990; Sjogren, Figdor et al. 1997; Bonsor, Nichol et al. 2006; Garcez, Nunez et al. 2008).

3-Ultrassons

Após a Segunda Guerra houve um desenvolvimento muito grande de aplicações do ultrassom nos mais diversos campos (Guerisoli, 2004).

As aplicações dos ultrassons de baixa intensidade têm, como propósito, transmitir a energia através de um meio e com isso obter informações do mesmo (Guerisoli, 2004).

As aplicações de alta intensidade têm como objetivo produzir alteração do meio através do qual a onda se propaga. Como exemplo temos a terapia médica, atomização de líquidos, limpeza por cavitação, rutura de células biológicas, solda e homogeneização de materiais (Guerisoli, 2004).

Como o ultrassom está fora da faixa de frequência audível ao homem (cerca de 20 kHz acima) , podendo ser usado com intensidade bastante alta (Guerisoli, 2004).

Existem dois métodos para a produção do ultrassom. A primeira é magnetostrição, a qual converte energia eletromagnética em energia mecânica. A segunda é baseada no princípio piezoelétrico, em que é usado um cristal que altera a dimensão quando é aplicada uma carga elétrica. A deformação deste cristal é convertida em oscilação mecânica sem produzir calor. Este método de produção do ultrassom é o utilizado na Endodontia, uma vez que trabalha de forma linear, com movimentos de vaivém, sendo ideal nesta área (Plotino *et al.*, 2007).

Comparando os diferentes métodos de produção de ultrassons, podemos concluir que o piezoelétrico oferece alta eficiência na transferência de energia e grande poder de vibração linear. A grande eficiência de transferência energética reduz o consumo de energia e o aumento da temperatura durante o processo de transferência.

As vibrações ultrassônicas podem deslocar-se numa direção longitudinal, podendo deslocar-se através de um meio e são refletidas e absorvidas na interface das diferentes superfícies encontradas. (Van Der Weijden, 2007)

Segundo Poblete-Michel *et Michel*, (2009), as vibrações ultrassônicas são ondas com uma frequência maior do que 20.000 Hz. O ser humano recebe frequências entre os 20 e os 20.000Hz (Poblete-Michel *et Michel*, 2009).

Estes autores referem que ondas de ultrassons são ondas mecânicas que, em virtude do fenómeno da agitação, podem induzir a desorganização e fragmentação de diferentes corpos. As vibrações ultrassônicas podem facilmente permitir que a segmentação das interfaces de sólido para sólido por meio de vibrações distintas, e líquido-sólido por meio de cavitação (Yen-Liang *et al.* 2013).

Os instrumentos ultrassônicos foram primariamente introduzidos em Medicina Dentária como método de preparação cavitária, contudo o seu baixo poder de corte quando comparado com instrumentos de alta e baixa rotação levou à suspensão desta utilização do ultrassom e proporcionou uma exploração em outras áreas das propriedades conservadoras, da melhor visualização e da seletividade e precisão característica dos aparelhos ultrassônicos (Yen-Liang *et al.* 2013).

Os aparelhos ultrassônicos utilizados para procedimentos endodônticos no preparo do canal trabalham numa frequência que varia de 25000 a 30000 Hz. A ação vibratória da lima endodôntica promove, junto à parede da dentina uma microerosão da mesma, cujo produto é eliminado pelo fluxo irrigante e em grau variável pelo fenómeno de cavitação (Silva, 2012).

O modo de vibração e amplitude dos instrumentos ultrassônicos depende da morfologia, estrutura, frequência e poder suportado pelos instrumentos (Silva, 2012).

As vantagens dos ultrassons têm sido eminentes e comprovadas em todas as áreas. O seguinte quadro representa de forma resumida as diversas aplicabilidades do aparelho ultrassônico em medicina dentária (Yen-Liang *et al.* 2013).

Área	Aplicação
Dentística	Inserção de restaurações inlay Inserção marginal de cerâmicas Compactação de compósito na colocação de espigões Remoção de caries próximas da polpa
Periodontia	Remoção da placa bacteriana Raspagem radicular Tratamento de lesões de furca Remoção de Endotoxinas Regulação dos níveis de fluido gengival
Endodontia	Regularização de cavidades de acesso Ativação de irrigantes Localização de canais Adaptação de cimento (como MTA ou outros obturadores) Remoção de instrumentos fragmentados, espigões ou pilares
Ortodontia	Descolamento de Brackets Remoção de excessos de material Remoção de aparelhos
Cirurgia	Corte micrométrico Preparação retrograda Osteotomias Levantamento do seio maxilar Remoção de implantes

Tabela 1- -Aplicações dos Ultrassons na Medicina dentária (Yen-Llan et al. 2013)

Os ultrassons quando atravessam um tecido são absorvidos e podem elevar a temperatura local. As mudanças biológicas devidas a isso seriam as mesmas se a elevação fosse provocada por outro agente. A taxa de absorção dos ultrassons aumenta com a sua frequência (Silva, 2012).

Os defensores da instrumentação ultrassônica atribuem a sua eficácia a propriedades como cavitação e “acousting streaming”. O fenômeno da cavitação termo usado para descrever a formação de cavidades ou bolhas no meio líquido, contendo quantidades variáveis de gás ou vapor. No caso de células e macromoléculas em suspensão aquosa, os ultrassons podem alterá-las estruturalmente e funcionalmente pela cavitação (Silva, 2012).

O “acousting streamins” é definido como as forças físicas das ondas sonoras que fornecem uma força motriz capaz de deslocar iões e pequenas moléculas. Ao nível celular existem organelos e as moléculas de peso molecular diferente. Embora muitas dessas estruturas são estacionários, são de livres flutuação e podem ser levados a movimentar-se para estruturas fixas. Esta pressão mecânica aplicada pela onda produz movimento unidirecional do fluido ao longo e em torno de membranas celulares. (Silva, 2012).

A cavitação é definida como as forças físicas das ondas sonoras sobre os gases dentro do microambiente do fluido. À medida que as ondas sonoras se propagam através do meio, a compressão e rarefação característica faz com que as bolhas de gás microscópicas no tecido fluido contraíam e expandam. Pensa-se geralmente que as rápidas mudanças na pressão (causada por as arestas principais e de retardamento da onda de som), ambos dentro e à volta da célula, podem causar danos para a célula. um prejuízo grave para a célula pode ocorrer quando as bolhas de gás microscópicas expandem e, em seguida, entram em colapso rapidamente, causando uma "microexplosão." (Silva, 2012).

Os primeiros estudos que investigam os efeitos brutos do “acousting streaming” e cavitação em células mostraram atraso no crescimento de células in vitro, face a aumentos na síntese de proteínas e alterações na membrana. Combinados, estes resultados podem sugerir que o ultrassom "danifica "as células, resultando no atraso do crescimento, e, em seguida, o ultrassom inicia uma resposta de recuperação celular caracterizada por um aumento na produção de proteína. (Silva, 2012).

O ultrassom é uma ferramenta para a potencial reparação de tecido dentário. O Low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS) é largamente aceite como uma terapia não invasiva que promove reparação de fraturas ósseas. O LIPUS também demonstrara

estimular a formação de osso alveolar e reparação da raiz do dente durante tratamento ortodôntico. Apesar do ultrassom ser capaz de se propagar pelas diferentes camadas do dente, são poucos os estudos que indicam a possibilidade dos efeitos biológicos do ultrassom na polpa dentária (Man et al., 2012).

Foi postulado que o ultrassom de baixa frequência pode ser aproveitado como possível ferramenta terapêutica para reparação pulpar e dentária (Man et al., 2012).

Segundo o estudo de Man. J. et al. o uso de LIPUS promove a proliferação de odontoblastos, a sua diferenciação e ainda a produção de matriz mineralizada, realçando que os ultrassons possam ser utilizados como meio terapêutico para promover a vitalidade pulpar e a sua reparação (Man et al., 2012).

3.1-Aplicações dos ultrassons na endodontia

As pesquisas iniciais sobre aplicação do Ultrassom em Medicina Dentária iniciaram-se por volta de 1950. O *Cavitron*, aparelho usado para profilaxia periodontal, foi introduzido no mercado em 1957, pela Dentsply, nos Estados Unidos (Mozo et al., 2011).

Richman, em 1957, publicou o primeiro trabalho sobre o Ultrassom como auxiliar na instrumentação e limpeza do canal radicular (Mozo et al., 2011).

Com o decorrer do tempo muitas, pesquisas foram efetuadas, tentando desenvolver uma técnica de instrumentação ultrassônica e testando a sua capacidade de limpeza relativamente à instrumentação manual convencional. Como o aparelho adaptado não fornecia irrigação contínua, ela era fornecida manualmente, não satisfazendo as necessidades de limpeza do canal radicular (Mozo et al., 2011).

Os investigadores, incentivados pela eficiência do ultrassom, conseguiram criar um aparelho específico para a endodontia, que conseguia realizar irrigação simultânea à instrumentação (Mozo et al., 2011).

O avanço na aplicação do ultrassom tem possibilitado o manifesto de métodos de tratamento dos canais radiculares que possibilitam ao médico dentista realizar mais facilmente e rapidamente a irrigação do canal radicular (Mozo et al., 2011).

Com o avanço das pesquisas, novos aparelhos foram surgindo no mercado. Hoje, existem vários modelos, como o Cavi-Endo (Dentsply), Enac (Osada), Sprassom (francês) e o Piezon Master 4 (EMS) (Silva, 2012).

A importância da instrumentação em endodontia atingiu níveis estratégicos. A melhoria qualitativa das unidades de ultrassom e o aumento da disponibilidade de novas pontas andam de mãos dadas com o refinamento constante de técnicas endodônticas (Iandolo et al. 2015).

Consequentemente, temos visto fontes de ultrassons mais desenvolvidas que permitem uma utilização otimizada de todas as pontas disponíveis que, devido às suas variações, exigem frequentemente métodos de utilização específicas. Unidades de ultrassons modernos deve ser capaz de fornecer alta potência como corte de precisão, ao mesmo

tempo ser capaz de controlar não só a frequência, mas também a amplitude de vibração (Iandolo et al. 2015).

Este problema é especialmente encontrado no campo endodontia, onde uma variedade de pontas que diferem na forma, comprimento, tamanho e construção são utilizados. É importante que a fonte de ultrassons seja especificamente dedicada a endodontia, ou, pelo menos, que seja uma unidade multidirecional oferecendo uma aplicação "endo" (um modo operativo, em que a amplitude das vibrações seja limitada) (Iandolo et al. 2015).

Contudo, o Ultrassom manifesta produção de calor, sendo um aspeto perigoso ponto em causa o ligamento periodontal através da propagação térmica indesejável. Uma forma de colmatar este problema seria a utilização de água como sistema de refrigeração que, apesar de outras limitações vai também reduzir o campo de visão e dificultar a visualização. Desta forma, para colmatar estas limitações devemos efetuar intervalos periódicos durante a instrumentação de forma a evitar o sobreaquecimento e evitar lesões futuras (Iandolo et al. 2015).

É também importante salientar que o ultrassom não deve ser usado em pacientes portadores de *bypass* cardíaco, pois pode haver interferência neste aparelho (Iandolo et al. 2015).

3.1.1- Regularização de cavidades de acesso e localização de canais

Segundo a literatura em 1980 era comum o uso de ultrassons como técnica de preparação da forma cavitária, esta técnica acabou por ser abandonada e atualmente podemos explorar a ação cortante destas pontas em determinadas situações clínicas que requerem preparação particular de defeitos anatómicos (Iandolo et al. 2015).

A preparação de cavidades de acesso é muitas vezes complicada pela presença de câmaras pulpares que com o tempo, calcificam e causam deposição de dentina secundária formada que obstrui o canal, total ou parcialmente, alterando a sua anatomia (Iandolo et al. 2015).

Estas situações tornam-se complexas pois é difícil fazer um correto acesso cavitário, respeitando a anatomia original, não alterando o chão da câmara e permitindo a localização de todas as entradas do canal. O controlo fornecido pelas pontas ultrassónicas é preferível pois apresenta um poder de corte mais lento e controlável do que pelos instrumentos rotatórios (Iandolo et al. 2015).

Existem instrumentos que não estão disponíveis em dentística onde são incluídas várias pontas ultrassónicas com diferentes formas, comprimentos e composições. Com a introdução de novas técnicas derivadas do ultrassom foi possível otimizar o uso das diferentes pontas com controlo da frequência e amplitude de vibração. As pontas ultrassónicas garantem uma grande precisão de corte e uma boa visibilidade do campo operatório (Kim et al., 2006).

As Pontas mais utilizadas para cavidades de acesso e localização de canais são as Start-X da Dentsply, que permitem alcançar um maior controle e precisão com inserções de ultrassons projetados especificamente para refinamento cavidade de acesso e localização dos orifícios dos canais. Após a preparação da cavidade de acesso com turbina, podemos fazer o refinamento e regularização da cavidade com auxílio das pontas Start-X, podemos ainda localizar os orifícios de entrada de canais e remover calcificações muitas vezes encontradas na câmara pulpar (Cantatore, 2009).

As Start-X, são as utilizadas na regularização das cavidades de acesso. Este kit caracteriza-se por conter 5 pontas com características diferentes, indicadas no manual de descrição de materiais da Dentsply (Cantatore, 2009).






<p>START-X TIP INSERIR 1</p>	<p>Permite alcançar um maior controle e precisão com pontas de inserção de ultrassons projetados especificamente para refinamento cavidade de acesso e localização orifício de canal, favorece o refinamento das paredes da cavidade, é constituída por uma ponta não ativa e evita acidentes que possam danificar o assoalho da câmara pulpar contendo apenas a parte lateral ativa. Esta ponta cria um acesso direto para o canal.</p>	
<p>START-X TIP INSERIR 2</p>	<p>Permite atingir maior controle e precisão com pontas de inserção de ultrassons projetados especificamente para o refinamento cavidade de acesso e a localização orifício de canal, efetua aberturas do Canal scouter, possui ponta ativa e remove os obstáculos que impedem um acesso direto para o canal.</p>	
<p>START-X TIP EMS INSERIR 3</p>	<p>Permite atingir maior controle e precisão com pontas de inserção de ultrassons projetados especificamente para o refinamento cavidade de acesso e a localização orifício de canal, efetua aberturas do Canal scouter, possui ponta ativa e remove os obstáculos que impedem um acesso direto para o canal.</p>	
<p>START-X TIP EMS INSERIR 4</p>	<p>Permite alcançar um maior controle e precisão com pontas de inserção de ultrassons projetados especificamente para refinamento cavidade de acesso e do canal local de orifício, útil na remoção espigões é adequado para trabalhar de forma eficiente, tanto na parte superior e os lados do espigão de metal. Deve utilizar-se irrigação para evitar superaquecimento.</p>	
<p>START-X TIP EMS INSERIR 5</p>	<p>Permite alcançar um maior controle e precisão com pontas de inserção de ultrassons projetados especificamente para refinamento cavidade de acesso e localização orifício de canal, revela a anatomia do chão da câmara pulpar original, tem ponta ativa e favorece a localização do orifício do canal graças à remoção de calcificações e materiais de enchimento que escondem a polpa originais câmara de chão anatomia. Exibe uma forma mais fina e ponta cilíndrica, contribuindo para uma boa visibilidade</p>	

Tabela 2- Características das pontas ultrassônicas START-X

3.1.2- Ativação de soluções de irrigação

Em Endodontia, a limpeza químico-mecânica e desinfecção completas do SCR são requisitos fundamentais para o sucesso do tratamento endodôntico. Este envolve o uso de esquemas de irrigação para procurar a assepsia, várias técnicas de instrumentação que eliminam resíduos remanescentes e impedem a reinfeção (Graça, 2014).

Os procedimentos incluídos no TENC que visam a limpeza, desinfecção e preparação biomecânica para a obturação do sistema de canais radiculares (SCR) incluem a sua instrumentação e conformação, a colocação opcional de medicação intracanal entre sessões do tratamento, a aplicação e remoção de soluções irrigantes, e a obturação e selamento hermético do SCR (Sedgley 2004).

Como tal, torna-se indispensável o emprego de uma técnica de desinfecção exímia, em endodontia, sendo este procedimento atualmente efetuado e conseguido mediante o recurso a soluções químicas desinfetantes, aplicadas como irrigantes no SCR (Rebelo, 2015).

A irrigação, ao alcançar áreas dos canais onde as limas não conseguem instrumentar, nomeadamente canais laterais e acessórios presentes especialmente na região apical, torna-se então imprescindível (Young, Parashos et al. 2010). Desta forma a irrigação exerce o papel principal na desinfecção sendo complementada com a instrumentação, embora as técnicas de instrumentação mais modernas, atualmente disponíveis no mercado, facilitem a obtenção de resultados melhores e mais uniformes quanto ao desbridamento mecânico persiste sempre a necessidade do elemento químico, fundamental para o alcance de um dos objectivo primordiais do TENC, que é o controlo e eliminação do facto etiológico, na maioria dos casos de natureza microbiológica (Graça, 2014).

As soluções desinfetantes usadas na irrigação do SCR são variadas, apresentando vantagens, limitações e desvantagens, assim como apetências variáveis para determinados objetivos (Graça, 2014).

Das substâncias que podem ser utilizadas como agentes irrigantes, destacam-se alguns compostos mais frequentemente utilizados na endodontia, e que podem ser classificados consoante a sua constituição química (*Tabela 3*) (Gu, Kim et al. 2009; de Gregorio, Estevez et al. 2010). Alguns destes agentes químicos (*Tabela 3*) são utilizados isoladamente ou em associação, constituindo assim protocolos de irrigação químico-mecânica de uso na prática clínica do TENC (Zehnder 2006).

Soluções ácidas	Ácido fosfórico a 50%; ácido sulfúrico a 40%; ácido cítrico de 6 a 50%; ácido láctico a 50% e ácido clorhídrico a 30%; Clorexidina a 2%;
Soluções alcalinas	Hipoclorito de sódio (NaOCl) desde 0,5% a 5,25% (mais utilizado); Hidróxido de sódio; hidróxido de potássio; solução de hidróxido de cálcio (água de cal); ureia;
Agentes quelantes	Ácido etilenodiaminotetracético(EDTA)10 a 17%;ácido etilenodiaminotetracético com peróxido de ureia e glicol numa solução aquosa (RC-Prep™); ácido etilenodiaminotetracético a 15%, associado a detergente catiónico (EDTAC);
Agentes oxidantes	Peróxido de hidrogénio a 3% e Peróxido de ureia (Gly-oxide);
Detergentes	Solução aquosa de Lauril dietileno glicol éter sulfato de sódio a 0125%-Lauril sulfato sódico (Tergentol);

Tabela 3-Agentes irrigantes (adaptado Zehnder,2006)

De acordo com descrito na literatura científica atual, deste conjunto destaca-se como de maior relevância e frequência de aplicação clínica a nível mundial, o protocolo de irrigação endodôntico que alterna o uso de soluções irrigantes de NaOCl com EDTA, (Mohammadi and Shahriar 2008).

De todas as substâncias utilizadas atualmente, o hipoclorito de sódio (NaOCl) parece ser o ideal, pois cobre mais requisitos para irrigante endodôntico do que qualquer outro composto conhecido (Graça, 2014).

O NaOCl atua nas proteínas tecidulares promovendo a sua desnaturação e substituição de moléculas de hidrogénio e oxigénio por cloro, formando cloraminas solúveis em água. Esta reação restringe-se à matriz de colagénio e polpa, ou seja, parte orgânica do dente (Graça, 2014).

Uma abordagem alternativa, para melhorar a eficácia da irrigação com NaOCl no SCR, pode ser aumentar a temperatura de soluções de baixa concentração. Isto melhora a sua capacidade imediata de dissolução de tecidos (Graça, 2014).

As soluções de NaOCl removem matéria orgânica, quando por sua vez o EDTA ou Ácido Cítrico removem matéria inorgânica e dentina (Kamburis *et al.*, 2003).

A irrigação ativada por ultrassons aumenta a dissolução do tecido, especialmente quando são usadas soluções de NaOCl (Van der Sluis *et al.*, 2010). A microagitação e a cavitação hidrodinâmica têm sido apontadas como os seus mecanismos de funcionamento (de Groot, 2009; Jiang, 2010).

Na tentativa de ultrapassar ou diminuir as limitações inerentes ao uso de soluções de NaOCl vários procedimentos tais como, o aumento da conicidade canalar a instrumentação mecânica (de forma a aumentar e facilitar o acesso de um maior volume de irrigante à totalidade do comprimento de trabalho da estrutura radicular), o aumento de temperatura da solução irrigante, o uso de diferentes concentrações nas soluções, e o tempo de exposição do irrigante, têm vindo a ser medidas propostas em estudos para avaliação da melhoria de eficácia de ação deste agente (Shen *et al.* 2010).

Contudo, a utilização de soluções de NaOCl, tal como a de alguns outros agentes desinfetantes, pressupõe conhecimento das medidas de segurança e dos cuidados especiais no manuseamento, uma vez que devido à sua toxicidade pode causar danos nos tecidos orgânicos, apresentando, portanto, limitações de atuação por contacto (Graça, 2014).

De salientar que o grau de biotoxicidade deste químico é variável consoante o grau de concentração da solução de NaOCl utilizada (Mehdipour, Kleier *et al.* 2007). Desta

forma, não é de descurar a potencialidade de ocorrência de danos tecidulares e orgânicos durante a manipulação de soluções de NaOCl, podendo em casos de manipulação inadequada causar acidentes e promover lesões orgânicas por queimadura química e efeitos tóxicos e alérgicos indesejáveis (Graça, 2014).

Também a alternância de outros irrigantes com as soluções de NaOCl, como o EDTA, tem vindo a ser investigada apresentando resultados favoráveis, quanto à eficácia bactericida na terapia químico-mecânica do SCR (Marchesan, Brugnera-Junior et al. 2008).

Tendo em conta o potencial de ação antimicrobiano do NaOCl sobre a matéria orgânica, a sua associação sequencial com outros agentes com ação quelante, como o EDTA ou o ácido cítrico, tem vindo a ser experimentada na tentativa de aumentar a capacidade de penetração e atuação dos irrigantes, assim como a eliminação da porção inorgânica da *smear layer* e material resultante da instrumentação biomecânica no TENC (Soukos, Chen et al. 2006; Stuart, Schwartz et al. 2006; Marchesan, Brugnera-Junior et al. 2008; Zou, Shen et al. 2010).

Deste modo, de forma dotar a irrigação endodôntica com as novas evidências e informações fornecidas pelos estudos foram surgindo novas metodologias e tecnologias de irrigação. Destes destacam-se desde modificações em agulhas até verdadeiros sistemas de irrigação inovadores, nomeadamente:

- Agulha de irrigação com abertura lateral como a *Max-i-probe®* (Dentsply-RINN, EUA) (Desai and Himel 2009; Townsend and Maki 2009; de Gregorio, Estevez et al. 2010);
- Irrigação por pressão apical negativa como o *EndoVac®* (Discus Dental, Culver, CA, EUA), sistema que adiciona aspiração intracanal do irrigante à própria irrigação (Schoeffel 2007; Schoeffel 2008; Schoeffel 2008; Desai and Himel 2009; de Gregorio, Estevez et al. 2010);
- Irrigação por pressão hidrodinâmica, como o *EndoAcivator®* (Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma, OK, EUA), sistema que utiliza energia sónica através da vibração de uma ponta específica dentro do canal, para aumentar a eficácia do

irrigante (Desai and Himel 2009; Gu, Kim et al. 2009; Townsend and Maki 2009; de Gregorio, Estevez et al. 2010; Klyn, Kirkpatrick et al. 2010);

- Irrigação por pressão ultrassônica passiva ou ultrassons, sistema que se baseia na introdução de uma lima de pequeno calibre, no canal previamente instrumentado, e assim através da condução de uma corrente acústica gera um fenômeno de cavitação, um movimento circular do líquido em torno da lima e resulta num aumento da eliminação bacteriana através de um fenômeno de cisalhamento hidrodinâmico (Munley and Goodell 2007; van der Sluis, Versluis et al. 2007; Townsend and Maki 2009; de Gregorio, Estevez et al. 2010).

A ativação ultrassônica de irrigantes utiliza a tecnologia ultrassônica para melhorar a limpeza do canal dentário, durante o seu tratamento. A Agitação Ultrassônica utilizada nas soluções de desinfecção de canais é chamada UAI (Ultrasonically Activated Irrigation) (Macedo et al., 2014).

Apesar da morfologia da anatomia radicular interna, os irrigantes endodônticos têm um papel fundamental na otimização do preparo do canal radicular, que é essencialmente um processo químico-mecânico. Desta forma, os irrigantes endodônticos têm um papel importante na otimização do preparo do canal radicular (Macedo et al., 2014).

Assim sendo, a instrumentação é complementar à irrigação, auxiliando a remoção de bactérias, detritos e tecido necrosado, particularmente em áreas não instrumentadas do SCR (Haapasalo, 2005).

A “smear layer” é uma fina camada de detritos (1-2 micras), criada em tecidos duros, durante os procedimentos de instrumentação manual ou rotatória dos canais radiculares, e está fortemente associada à parede destes, penetrando profundamente na morfologia dos túbulos dentinários e acessórios. Quer a “smear layer”, quer os detritos de dentina vão inativar os antimicrobianos e irrigantes endodônticos e dificultar o seu acesso ao biofilme (Haapasalo, 2007).

Este depósito, que também é constituído por bactérias, pode oferecer proteção aos biofilmes aderentes às paredes do canal radicular e além disso, a “smear layer” impede a desejável adaptação íntima dos cimentos endodônticos à dentina e, deste modo, promove a infiltração microbológica (Zehnder, 2006).

A forma do canal é conseguida através de instrumentos manuais e rotatórios, sob irrigação constante, para remover o tecido inflamado e necrosado, microrganismos e outros detritos do espaço pulpar (Haapasalo, 2010).

Com os procedimentos endodônticos à nossa disposição é impossível limpar de forma completa o canal radicular. Isto é devido, principalmente, à complexa anatomia do sistema de canais radiculares (Macedo et al., 2014).

O objetivo da irrigação é remover tecido pulpar e micro-organismos, ou seja, o biofilme, do sistema do canal radicular. A irrigação deve também remover a *smear layer* e detritos de dentina que surgem na sequência de instrumentação do canal radicular. A eficácia da irrigação depende dos mecanismos de ação do irrigante e da capacidade contactar com as estruturas no sistema de canais (Silva, 2012).

As limas ativadas por ultrassons têm o potencial necessário para preparar e desbridar mecanicamente os canais radiculares. As limas funcionam numa vibração transversal, com a criação de um padrão característico de nodos e antinodos ao longo do seu comprimento (Silva, 2012).

Existem dois tipos de irrigação falados na literatura, uma em que a irrigação é combinada com instrumentação ultrassónica simultânea (UI) e outra sem instrumentação simultânea, a chamada irrigação ultrassónica passiva (IUP) (Van der Sluis et al., 2007).

O estudo de Van der Sluis et al. (2007) descreve que a irrigação ultrassónica passiva (PUI) consiste na ativação de uma lima endodôntica através de um aparelho de ultrassons (25-30kHz) (Van der Sluis et al. 2007).

Segundo os autores para se potenciar a ativação da solução, a lima não deve contactar com as paredes radiculares, já que um instrumento oscilante a trabalhar livre no interior do canal apresenta maior efeito sobre a solução irrigante do que um instrumento que esteja preso nas paredes do canal. Este efeito induz uma agitação hidrodinâmica, produz cavitação na solução e um efeito de borbulhar, o que leva a um aumento de temperatura e de pressão hidrostática que por sua vez conduz a uma maior eficácia na remoção de detritos (Van der Sluis et al. 2007).

Então a ativação da solução deve então ser executada no final da preparação e instrumentação, como parte do protocolo final de irrigação, utilizando uma lima fina para o efeito de modo a que a mesma não entre em contato com as paredes do canal, já preparado e dilatado, sendo assim mais eficaz. No que diz respeito ao tempo de ativação van der Sluis et al. (2006) demonstraram que a solução de NaOCl a 2% ativada durante 3 minutos era eficaz na remoção dos detritos dentinários (Van der Sluis et al. 2007).

Segundo a literatura a IUP apresenta-se mais vantajosa isto é devido à muito mais elevada velocidade e volume do fluxo irrigante, que são criadas no canal durante IUP (Weller et al. em 1980).

A IUP foi descrita pela primeira vez por Weller et al. em 1980. O termo "passiva" não descreve adequadamente o processo, pois, na realidade, é ativa. No entanto, quando ela foi introduzida pela primeira vez o termo "passiva" relacionava-se com a ação não cortante do instrumento ativado por ultrassom (Weller et al. Cit. In Rebello, 2015).

A IUP assenta sobre a transmissão de energia acústica ou oscilante, através de uma lima ou fio metálico fino, para o irrigante do canal radicular. A energia é transmitida por meio de ondas ultrassónicas e pode induzir através do irrigante um *streaming* acústico causando a cavitação (Van der Sluis et al.,2007).

Depois do canal radicular ter sido instrumentado até à última lima, independentemente da técnica de preparação utilizada, uma pequena lima ou fio de arame liso é introduzido no centro do canal radicular, até 1mm antes de atingir a região apical (Van der Sluis et al.,2007).

O canal radicular é preenchido com uma solução irrigante ou, então, preconiza-se uma irrigação contínua, e a lima ativará ultrasonicamente o irrigante. Como o canal radicular já foi instrumentado, a lima pode circular livremente e o irrigante pode penetrar mais facilmente na parte apical do canal radicular e o efeito de limpeza será mais potente. (Van der Sluis et al.,2007)

3.1.3-Remoção de fragmentos de instrumentos, postes e espigões

I. Remoção de Fragmentos de Instrumentos

Inicialmente os principais constituintes dos instrumentos Endodônticos eram por aço de carbono, tendo evoluído para instrumentos de aço inoxidável e, atualmente, para instrumentos compostos por ligas de níquel e titânio. Estas limas surgiram com o objetivo de atribuírem melhores propriedades quer a nível de flexibilidade, quer a nível de resistência à fratura. No entanto, as complicações durante os tratamentos Endodônticos continuam a ocorrer, nomeadamente, a fratura dos instrumentos durante os procedimentos de instrumentação dos canais radiculares (Stocker, 2013).

A fratura de instrumentos no canal do dente interfere e impede o sucesso do tratamento endodôntico. Na maioria dos casos a fratura de instrumentos deve-se ao uso incorreto e ao excesso de desgaste dos instrumentos.

Há diversos agentes que podem influenciar a fratura dos instrumentos Endodônticos, tais como, a morfologia dos canais radiculares, o grau de curvatura, o diâmetro e a conicidade dos instrumentos, entre outros, havendo, no entanto, algumas regras que, quando respeitadas, podendo minimizar a probabilidade da sua ocorrência. Os instrumentos podem fraturar por dois motivos, torção ou fadiga cíclica, sendo também denominados como utilização incorreta ou uso excessivo (Chhina et al., 2015).

A presença de um instrumento no sistema de canais radiculares pode dificultar ou até mesmo impedir os procedimentos de instrumentação e desinfecção, levando à permanência de polpa e bactérias no interior do sistema de canais radiculares e, consequentemente, ao insucesso do tratamento Endodôntico (Chhina et al., 2015).

A fratura de instrumentos nos canais das raízes é uma grande preocupação tanto para o paciente como para o dentista (Chhina et al., 2015).

A abordagem clínica descrita na literatura relativamente à separação dos instrumentos endodônticos inclui a realização do *bypass*, a remoção do fragmento, a obturação do canal radicular até ao instrumento, a Cirurgia Endodôntica, ou em última instância, a exodontia do dente em questão (Stocker, 2013).

Atualmente a separação de instrumentos pode ser usualmente resolvida através de técnicas avançadas como instrumentação ultrassônica e métodos de distribuição de microtúbulos (Stocker, 2013).

O tipo de material compressivo da obturação pode ser um outro fator a ser considerado.

Para a remoção do fragmento podemos contar com técnicas diversas como, plataforma de Ruddle, ultrassons, kit Masseraan, IRS (Instrument Removal System), agulhas hipodérmicas cirúrgicas, extratores, limas H, sistema detetor de canais, agentes químicos e mini fórceps (Stocker, 2013).

Muitos clínicos associam “instrumento fraturado” a uma lima separada, mas o termo é também aplicado a cones de prata fraturados, segmentos de lentulo, brocas de Gates-Glidden, ou qualquer outro que cause obstrução do canal (Ruddle, 2004).

O prognóstico de um dente com um instrumento fraturado no seu interior depende de vários fatores como a fase em que ocorre a fratura, da condição pré-operatória da polpa e dos tecidos periapicais e da possibilidade de a lima ser removida ou ultrapassada. O prognóstico é determinado pela permanência de polpa necrosada e infetada no canal, e consequentes bactérias, resultante da presença do instrumento. Assim sendo, o prognóstico é melhor quando a fratura ocorre no final da instrumentação, pois nesta fase a polpa já foi removida (Cohen, Hargreaves, 2011).

De acordo com Cohen e Hargreaves (2011), a possibilidade de remoção do instrumento depende da localização do fragmento, pois se este se encontrar na porção cervical do canal, a remoção é possível, mas se o fragmento se localizar na curvatura do canal, a remoção convencional poderá não ser possível (Cohen, Hargreaves, 2011).

Outros fatores que determinam a seleção do tratamento a realizar são as curvaturas das raízes, a necessidade de alargamento da porção cervical, as concavidades externas e a espessura da raiz. Um aparelho crucial no auxílio da remoção de instrumentos fraturados é o microscópio ótico, pois aumenta a visibilidade, luminosidade, eficiência e segurança das técnicas de remoção (Cohen, Hargreaves, 2011).

Para a remoção de obstruções intracanales, utilizando os dispositivos desenvolvidos para o efeito, é necessário primeiro criar um acesso direto ao instrumento. Previamente ao início da remoção de um instrumento fraturado, o clínico deve observar atentamente

diferentes radiografias pré-operatórias anguladas horizontalmente. O acesso coronal é o primeiro passo da remoção de instrumentos fraturados (Ruddle, 2004).

O acesso radicular é o segundo passo necessário para uma remoção eficaz de um instrumento fraturado, alargando o canal até à obstrução para posterior introdução dos dispositivos. Uma forma previsível de criar este acesso é utilizar inicialmente limas manuais, de calibres menores para calibres maiores, com direção de coronal para a obstrução (Ruddle, 2004).

Ruddle propôs uma técnica para a remoção de instrumentos metálicos fraturados no interior de um canal radicular, utilizando uma combinação de brocas Gates-Glidden, ampliação microscópica e pontas ultrassónicas (Nevares et al., 2012).

De acordo com Ruddle (2002), antes de ser tentada esta técnica devem ser colocadas pequenas bolas de algodão nos outros orifícios dos canais radiculares expostos, se presentes, para prevenir a reentrada do fragmento no interior de outro canal radicular (Ruddle, 2002).

Após o alargamento interno radicular, com brocas de Gate-Glidden (pode ser feito o alargamento com recurso a instrumentos ultrassónicos), deve ser selecionada a ponta ultrassónica adequada, quer em comprimento, quer em diâmetro. A ponta é então colocada em íntimo contacto com a obstrução e ativada, sempre com as definições de potência mais baixas. Esta ação ultrassónica remove a dentina e expõe os milímetros coronais da obstrução (Ruddle, 2002).

Posteriormente é colocada uma ponta ultrassónica no espaço criado entre o instrumento e a parede do canal, sendo vibrada à volta do fragmento no sentido anti-horário, de forma a desaparafusar o instrumento. Caso a lima fraturada não seja rotatória, isto é, não apresente um corte com sentido horário, é necessário aplicar a vibração no sentido oposto. Esta ação ultrassónica permite que o instrumento salte do canal, ou pelo menos fique solto, saindo depois pelo movimento criado com a irrigação (Cohen, Hargreaves, 2011).

Segundo Terauchi *et al.* (2006), o tempo necessário para remover instrumentos utilizando a técnica ultrassónica varia entre 3 e 40 minutos. No entanto, a utilização do microscópio operatório, que proporciona luminosidade e ampliação, é essencial para a técnica apresente os resultados pretendidos. (Terauchi *et al.* 2006).

A visualização da obstrução é muito importante durante o processo de remoção, pois permite um melhor controlo da remoção de dentina, possibilita uma preparação centrada no canal e um posicionamento da ponta ultrassónica ao longo do instrumento. A posição correta da ponta de ultrassons pode prevenir uma segunda fratura do instrumento ou que este se mova para apical (Terauchi *et al.* 2006).

Se não for possível a visualização do instrumento com ampliação, o que geralmente acontece quando o instrumento está localizado no terço apical do canal ou depois da curvatura, o processo de remoção do segmento não é recomendado devido ao risco de perfuração e destruição excessiva do canal. Para além disso, num estudo realizado por Suter *et al.* (2005), os autores sugerem que as tentativas de remoção de instrumentos fraturados utilizando esta técnica não deverão ultrapassar os 45-60 minutos, devido à fadiga do operador e do alargamento excessivo do canal, recomendando que após esse período, devem ser consideradas outras opções de tratamento (Suter *et al.* 2005).

Adicionalmente, a vibração de alta frequência e a fricção entre a ponta ultrassónica, a dentina e o instrumento fraturado, geram altas temperaturas. A quantidade de calor transmitida à superfície externa da raiz pode ser uma conjugação de vários fatores como o tamanho e a textura superficial da ponta ultrassónica, da difusão térmica e da condutividade da dentina. A dentina é um fraco condutor térmico, pelo que transmite ao ligamento periodontal as temperaturas elevadas presentes no interior do canal, assim sendo, este fator depende da espessura da dentina. Os autores recomendam então a ação de dispositivos ultrassónicos durante ciclos curtos, entre 60 e 120 segundos no máximo (Hashem, 2007).

Desta forma, a utilização da técnica ultrassónica para remover instrumentos fraturados deve ser feita sem refrigeração, para não prejudicar a visualização do instrumento pelo microscópio operatório, e em ciclos curtos para não gerar temperaturas excessivas (Ruddle, 2002).

Foi também criada uma ponta ultrassónica com função de fluxo de ar com o princípio de reduzir a temperatura gerada pelos dispositivos ultrassónicos. O spray de ar é expelido na zona de encaixe da ponta ultrassónica, diminuindo a temperatura da própria ponta e da dentina onde esta contacta. Tem também a vantagem de afastar os resíduos de dentina,

formados pela utilização ultrassônica, melhorando assim a visibilidade do operador (Madarati *et al.*, 2009).

A técnica ultrassônica é atualmente muito utilizada para remover instrumentos, apresentando uma elevada taxa de sucesso, mesmo quando os fragmentos se localizam em canais com curvaturas severas. O ultrassom é descrito pela literatura como conservativo e seguro na remoção de instrumentos fraturados em canais (Madarati *et al.*, 2009).

No entanto, segundo vários autores, esta técnica é consideravelmente menos eficaz em casos de instrumentos localizados no terço apical de canais radiculares curvos, uma vez que aumentar o risco de perfuração radicular e diminuir a resistência da raiz. Quanto mais profunda for a localização do instrumento no interior do canal radicular, menor é a força necessária para ocorrer a fratura da raiz (Souter, Messer, 2005; Madarati *et al.*, 2010).

Segundo Ward *et al.* (2003), para além de todos os resultados e recomendações, a experiência do operador é também muito importante no sucesso e segurança aquando a realização desta técnica (Ward *et al.* 2003).

Quando a remoção de um instrumento fraturado não é possível, devemos realizar o *bypass do instrumento*, ou seja, ultrapassar o instrumento, permite a desinfecção, conformação e obturação da totalidade do canal radicular, mesmo quando o instrumento se localiza nos terços médio ou apical de canais curvos (Nevares *et al.*, 2012).

O procedimento de *bypass* consiste na utilização de limas K de calibres pequenos, 8 ou 10, entre o fragmento e as paredes do canal, criando um espaço entre eles. Muitas vezes, este espaço criado permite soltar o instrumento e recuperá-lo do interior do canal radicular. No entanto, quando a remoção não é viável, tenta-se alcançar o comprimento de trabalho com limas manuais, de forma a conformar e desinfetar a totalidade do canal radicular, e incorporar o fragmento no material de obturação (Nevares *et al.*, 2012).

Segundo vários autores, quando a remoção ou o *bypass* do instrumento fraturado não é possível, deve realizar-se o tratamento Endodôntico, de acordo com os procedimentos normais, obturando o canal radicular até ao fragmento (Panitvisai *et al.*, 2010).

II. Remoção de Postes e Espigões

É comum para os clínicos encontrarem dentes endodonticamente tratados contendo espigões. Muitas vezes, esses tratamentos acabam por falhar e surge a necessidade de remover os espigões para facilitar o sucesso no TENC. Em outros casos, o tratamento endodôntico pode estar viável, mas é necessário a remoção do pilar existente para melhorar o designe, a mecânica ou estética da restauração (Ruddle, 2004).

Existem diversos fatores que influenciam o sucesso da remoção de espigões, tais como, a técnica, treino e experiência do operador. Os clínicos devem conhecer e respeitar a anatomia do dente, é importante valorizar a morfologia desde o comprimento, dimensão da circunferência, curvatura e concavidade da peça dentária (Ruddle, 2004).

Outro facto que compromete a remoção de espigões são os agentes de cimentação e o tipo de espigão utilizado. Os espigões podem ser categorizados como paralelos, cónicos, ativos, não ativos, metálicos e não metálicos. Para cimentação podem ser utilizados cimentos como fosfato de zinco, resinas compostas ou ionómeros de vidro, sendo estes dois últimos de maior dificuldade de remoção (Ruddle, 2004).

A utilização de água como sistema de refrigeração em procedimentos não cirúrgicos com instrumentos ultrassónicos é contraindicada por quatro razões, segundo Ruddle:

- A água que corre vai amortecer e minimizar o efeito das pontas ultrassónicas.
- Instrumentos ultrassónicos de pequeno diâmetro têm alto potencial de fratura e quando refrigerados com água ficam mais fragilizados
- Efeito de libertação de aerossóis não desejado
- A combinação de água com detritos de dentina cria acumulação de smearlayer que potencializa perda de visão do campo e maior potencial de iatrogenia.

Contudo, quando os ultrassons são utilizados em níveis de energia elevados, por elevados períodos de tempo, e aplicados em grandes objetos condutores, como espigões, torna-se essencial o uso de seringa triplex com spray de água intermitente para reduzir e atenuar o calor produzido e transferido. Felizmente o calor não é bem conduzido pela dentina e conseguimos dissipá-lo rapidamente (Ruddle, 2004).

Uma vez acesso direto à câmara pulpar foi conseguido e todos os materiais que revestiam o espigão e a camara removido, o espigão foi totalmente exposto, em seguida, existem uma variedade de técnicas têm sido defendidas para potencialmente remover o espigão, contudo deve notar-se que nenhum método específico produz sempre um resultado excelente, como tal, os médicos precisam estar familiarizados com uma gama crescente de técnicas para maximizar o sucesso (Ruddle, 2004).

O desempenho dos ultrassons tem um papel essencial na remoção de espigões. Devemos considerar que os instrumentos ultrassónicos têm uma ótima performance quando desenhados, fabricados e ligados a um gerador específico (Ruddle, 2004).

Sinergicamente um gerador piezoelétrico em conjunto com instrumentos ultrassónicos específicos podem ser utilizados para transferir energia e potencialmente remover o espigão (Ruddle, 2004).

A terminação distal ativa de um instrumento ultrassónico é mantida em contacto íntimo com o espigão para maximizar a transferência de energia e promover a quebra da ligação do espigão ao dente. O instrumento ultrassónico seccionado é energizado e movimentado em torno do espigão em circunferências e para cima e baixo ao longo do comprimento do mesmo (Ruddle, 2004).

Experiências sugerem que após a remoção de todo o material restaurador em volta do espigão, a maioria dos casos regista a remoção com sucesso e satisfação do espigão, demorando em média cerca de 10 min neste procedimento (Ruddle, 2004).

Para além da remoção de espigões com auxílio de ultrassons temos também outros métodos como o de “Rotasonic Vibration” e mecanicamente com auxílio de kits (Ruddle, 2004).

3.1.4-Outros (adaptação de obturação, compactação do MTA , retratamento cirúrgico)

I-Adaptação da obturação

Schilder (2006) considerou que é a obturação a responsável por cessar a migração de produtos de degradação, bactérias e suas toxinas do interior do dente para os tecidos periapicais. Ingle *et al.* em 1994, afirmaram que uma obturação inadequada é, em aproximadamente 60% dos casos, a responsável pelo insucesso do tratamento endodôntico, ressaltando sua importância no tratamento (Schilder 2006).

A qualidade da obturação, portanto, parece ser um dos fatores que corroboram para o sucesso do tratamento endodôntico (Hörsted-Bindslev *et al.*, 2007).

A função da obturação é preencher o espaço correspondente ao canal e eliminar todas as portas de entrada entre o canal e o periodonto. A obturação ideal deve ser bem condensada, selar todo o sistema de canais radiculares inclusive as foraminas que atingem o periodonto, adaptar-se às paredes do canal e terminar em nível adequado no ápice (Guimarães 2013).

As características ideais para os materiais obturadores são, segundo De Deus *et al.* (2003):

- Biocompatibilidade;
- Estabilidade dimensional;
- Radiopacidade;
- Facilidade de manipulação;
- Insolubilidade nos fluidos bucais;
- Poder bacteriostático e adaptabilidade às paredes do canal.

Os materiais obturadores podem ser divididos em sólidos e plásticos. O grupo dos sólidos é formado pelos cones de guta-percha, sendo caracterizados pela insolubilidade, estabilidade dimensional, e falha na adaptação às paredes do canal. Já o segundo grupo, é formado pelos cimentos e pastas obturadoras, que são responsáveis pelo preenchimento dos espaços não passíveis de serem preenchidos pelo material sólido (De Deus *et al.* 2003).

Para De Deus et al. (2003), a grande maioria dos cimentos, apresentam características indesejáveis como: solubilidade, instabilidade dimensional e toxicidade aos tecidos periapicais, porém, são os responsáveis pela aderência da massa obturadora, em maior ou menor escala, às paredes do canal e entre os cones de guta-percha. Por fim, Gound et al. (2000), afirmaram que a obturação deve apresentar o máximo volume possível de guta-percha, com mínima quantidade de cimento (De Deus et al. 2003).

O ultrassom, embora tenha iniciado a sua atividade desde 1957, nos últimos anos tem sido mais difundido, em diferentes etapas da terapia endodôntica, entre elas a obturação, uma vez que há evidências que podem se acoplar espaçadores digitais para abertura de espaços na inserção de cones acessórios (Plotino et al., 2007).

O uso do ultrassom na condensação lateral ativa tem sido empregue como um meio para plastificação da guta-percha na condensação lateral ativa. Em alguns estudos *in vitro* tem-se verificado resultados superiores relativamente à condensação lateral ativa manual quanto à capacidade seladora e densidade de guta-percha (Guimarães 2013).

Porém pouco tem sido estudado sobre o uso do ultrassom na agitação do cimento, este quando inserido previamente no canal pela técnica clássica, favorece uma melhor penetrabilidade do cimento, capacidade seladora e qualidade da obturação.

Hoen, Labounty e Keller (1988) avaliaram o uso da energização ultrassônica na colocação de cimento nos sistemas de canais radiculares. Foram utilizados 50 raízes mesiais de molares humanos extraídos e então comparado a inserção manual de cimento AH26 (DeTrey/Dentsply, Zurich, Switzerland) com a inserção ultrassônica. Os autores concluíram que o método ultrassônico de inserção cobriu melhor as paredes dos canais radiculares obtendo diferença estatística evidente. (Hoen et al., cit. In. Guimarães 2013).

Em relação a presença de fendas e segmento do perímetro de penetração do cimento na dentina, a agitação ultrassônica do cimento promoveu melhores resultados, diminuindo a percentagem de fendas e aumentando o segmento do perímetro de penetração, principalmente em nível de porção média do canal em obturações pela técnica da condensação lateral ativa (Guimarães, 2013).

II-Compactação do MTA

Há mais de 40 anos que o Hidróxido de Cálcio, tem sido amplamente usado como material intracanal na técnica de apexificação, sendo esta uma técnica consideravelmente fácil, clinicamente aceitável e com uma boa taxa de sucesso. No entanto, o período de tempo de tratamento é imprevisível e prolongado e o risco da perda da adesão do paciente é elevado. Também apresenta como desvantagem, o risco de contaminação bacteriana, assim como o risco de fratura devido à presença extensiva do material provisório e ao uso prolongado do hidróxido de cálcio (Moore, 2011).

Assim surgiu o Agregado de Trióxido Mineral (MTA). Apresenta-se em forma de pó de partículas finas, quimicamente composto por óxido de tricálcio, silicato de tricálcio e óxido de silicato. Este material revolucionou a área de Endodontia, pois torna-se útil em vários procedimentos, tanto pode ser utilizado em apexificações, como em proteções pulpares diretas, pulpotomias, reabsorções radiculares, fraturas radiculares, perfurações radiculares e, microcirurgia apical (Moore, 2011).

O MTA apresenta um bom selamento, é biocompatível, possui baixa solubilidade, apresenta uma radiopacidade ligeiramente maior do que a dentina e, um pH elevado que lhe confere a propriedade antibacteriana (Rafter, 2005).

Witherspoon and Ham descrevem o uso do ultrassom como um auxiliar para o posicionamento de MTA, as irregularidades e a anatomia divergente de alguns ápices abertos podem predispor a formação de pequenas bolhas de ar e o aprisionamento do material. Demonstrou-se, que usando vibração ultrassônica o MTA tornasse uma vedação melhorada e melhor conseguida. Também se verificou o encontro de menor numero de lacunas radiográficos (Witherspoon and Ham, 2016).

A vibração indireta sobre a MTA nos dentes com ápice aberto permite obter melhores resultados e demonstra-se significativamente melhor em termos de grau de filtragem relativamente aqueles em que a referida vibração não é executada (Escribano-Escrivá, 2016).

III-Retratamento cirúrgico

O tratamento endodôntico tem como principal objectivo a limpeza, desinfecção e conformação da anatomia dos canais radiculares do mesmo. Reduz-se, assim, o maior número possível de microrganismos, elimina-se tecido necrótico e sela-se tridimensionalmente o sistema de canais, de modo a evitar a sua re-contaminação ou dos tecidos envolventes (periapicais) (Del Fabbro *et al.*, 2008; Torabinejad *et al.*, 2009).

Ainda que o tratamento endodôntico tenha uma taxa de sucesso alta, há ainda uma pequena percentagem de casos que falham (14-16%) (Del Fabbro *et al.*, 2008; Torabinejad *et al.*, 2009) .

As causas de insucesso advêm, muitas vezes, de fatores intraradiculares (infecções intraradiculares persistentes em canais previamente não instrumentados; túbulos dentinários colonizados e irregularidades no sistema de canais radiculares) e extraradiculares (infecções extraradiculares, reação de corpo estranho causada por material endodôntico extravasado, acumulação de cristais de colesterol endógeno nos tecidos apicais e lesões císticas verdadeiras não resolvidas) (Torabinejad *et al.*, 2009; Song *et al.*, 2011; Pedroche *et al.*, 2013).

Quando o TENC (tratamento endodôntico não cirúrgico) não é bem-sucedido, pelas causas anteriormente referidas, é realizado o RTENC (retratamento endodôntico não cirúrgico) de modo a salvaguardar os tecidos adjacentes e evitar uma nova infecção (Torabinejad *et al.*, 2009).

O RTENC poderá ser feito pela via ortógrada ou pela via retrograda (cirúrgica). Esta última opção é, muitas vezes, utilizada quando a alternativa não cirúrgica apresenta limitações. . (Kim e Kratchman, 2006; Von Arx, 2011; Song *et al.*, 2012)

Com o decorrer do tempo, o TEC (tratamento endodôntico cirúrgico) tem sofrido alterações, evoluindo tecnicamente com o aparecimento de biomateriais, meios de ampliação, microinstrumentos cirúrgicos, melhores meios de iluminação e técnicas de sistemas de ultrassom (Kim e Kratchman, 2006; Von Arx, 2011; Song *et al.*, 2012).

Segundo Luckman, Dorneles e Grando (2013), as causas mais frequentes de falha do TENC são: reabsorções dentárias, inadequado selamento do material obturador, calcificações, perfurações, obturação deficiente, restaurações mal-executadas/com microfiltrações, falhas na adaptação da contenção interradicular e contaminação microbiana (Luckman et al., 2013).

Yan (2006) sugere RTENC/RTEC nos casos de persistência microbiana e cirurgia apical para quistos verdadeiros e corpos estranhos. Também, recomenda não fazer nada quando as lesões periapicais cicatrizam com tecido fibroso cicatricial (Yan, 2006).

Luckman, Dorneles e Grando (2013) concluem que os insucessos endodônticos estão maioritariamente associados com infecções secundárias, consequentes de erros no TENC ou com a conservação da infecção intra-radicular (Luckman et al., 2013).

O planeamento do retratamento é fundamental, uma vez que deverá ser conhecido e analisado o fator de persistência da doença, num dente que já foi anteriormente tratado (Del Fabbro *et al.*, 2008; Evans, Bishop e Renton, 2012).

Assim, deve ser compreendida uma avaliação da condição periapical, para que seja possível uma decisão sobre as opções de retratamento: não-cirúrgico/ortogrado, cirúrgico/retrógrado, extração dentária ou não fazer nada. Para além do parâmetro da severidade da doença, devido à falta de informação na literatura e da sua própria ambiguidade, muitas vezes, é difícil tomar uma decisão sobre qual a melhor via de retratamento endodôntico a optar (Del Fabbro *et al.*, 2008; Evans, Bishop e Renton, 2012).

A Endodontia cirúrgica é uma opção de tratamento no âmbito da Endodontia que trata e diagnostica lesões em que o TENC não pode ser utilizado ou em situações em que este se demonstra incapaz de resolver o problema. (Castellucci, 2003; Kim e Kratchman, 2006).

As contra-indicações gerais são representadas por um estado de saúde precário, frente a determinadas doenças e complicações sistémicas e muitas contra-indicações locais podem ser contornadas com a experiência e a desenvoltura clínica do profissional (Vilaça, 2014).

Segundo Rhodes (2006), Johnson, Fayad e Witherspoon (2011), Von Arx (2011), Evans, Bishop e Renton (2012) as contra-indicações desta técnica serão as seguintes:

Contra- Indicações do tratamento Cirúrgico
Paciente com doenças sistêmicas severas e questões psicológicas;
Paciente com pouca higiene oral;
Espessura óssea fora do normal ou por questões de anatomia radicular;
Incapacidade de acesso cirúrgico (por exemplo: Molar inferior – istmos muito frequentes);
As seguintes estruturas nobres e fatores anatômicos, muitas vezes, também dificultam o uso desta técnica: Dentes ântero-superiores: Corticais finas; Acesso complicado(coronário);Fossas Nasais; Artéria Palatina Anterior. Dentes póstero-superiores: Corticais finas; Seio Maxilar; Forame palatino maior; Dentes inferiores: Corticais espessas; Difícil acesso; Nervo Mentoniano; Nervo Alveolar Inferior.
Dentes sem função (não há antagonista ou sem importância na mastigação ou na reabilitação);
Dentes sem suporte periodontal adequado;
Dentes sem restaurabilidade;
Dentes com fratura radicular vertical;
Dentes com fratura radicular vertical;
Experiência do operador.

Tabela 4- Contra-indicações segundo Rhodes (2006), Johnson, Fayad e Witherspoon (2011), Von Arx (2011), Evans, Bishop e Renton (2012)

Segundo a European Society of Endodontology (2006), Tsesis *et al.* (2006), Yan (2006), American Association Endodontists (2010) e Evans, Bishop e Renton (2012), as seguintes indicações foram estabelecidas para critério de realização do tratamento cirúrgico:

Indicações de realização do tratamento cirúrgico
Insucesso TENC: Lesões apicais com sintomatologia dolorosa com ou sem inchaço, em dentes obturados apropriadamente; Persistência ou aparecimento de lesão apical radiolúcida, em dentes que já foram tratados ou retratados pelo TENC ou em dentes que já seja previsível o fracasso de RTENC.
Erros de procedimento: Extravasamento de material obturador como <i>gutta percha</i> ou cimento, em grande quantidade e com sinal clínico/radiográfico de lesão apical; perfurações; sobreinstrumentações.
Desvios anatômicos: Dentes com canais calcificados com ou sem sintomatologia e radiolucência periapical; curvatura radicular acentuada; cálculos pulpares; desenvolvimento apical incompleto.
Falha no retratamento ortogrado, por causa de bactérias localizadas em áreas como: istmos, deltas, ramificações, irregularidades e túbulos dentinários que não permitiram a sua correta desinfecção. Estas bactérias podem também ter conseguido escapar ao tratamento antibiótico, à irrigação e medicação intracanal, tendo-se alojado no espaço de reabsorção dentinária, devido a lesões periapicais;
Presença de degraus, bloqueios, material retrobturador impossível de remover, transporte apical ou outros problemas iatrogénicos com persistência de sintomatologia e patologia;
Pequena perfuração do soalho da câmara pulpar ou radicular que não sejam possíveis de tratar através da cavidade pulpar;
Quando o complexo de curvaturas apicais não permite o acesso ortogrado;
Sempre que seja necessária biópsia dos tecidos periapicais;
Quando há suspeita de fratura de instrumentos ou perfuração da raiz e seja necessário a observação do 1/3 apical e a dos tecidos periapicais;
Dentes com restaurações coronárias concluídas e espigões grandes (principalmente em dentes anteriores maxilares – motivos estéticos);
Quando, devido às considerações do paciente, não é possível que se realize um tratamento endodôntico não cirúrgico demorado ou por questões financeiras.

Tabela 5- Indicações segundo a European Society of Endodontology (2006), Tsesis *et al.* (2006), Yan (2006), American Association Endodontists (2010) e Evans, Bishop e Renton (2012),

A cirurgia Endodôntica pode ser classificada de acordo com seis classes distintas. Cada caso apresenta um tipo de tratamento e prognóstico diferentes (Kim, 2006).

- **Classe A:** Não existe lesão periapical, no entanto o paciente refere sintomatologia apesar de se ter utilizado todas as possibilidades de tratamento endodôntico não cirúrgico.
- **Classe B:** Existe uma pequena lesão periapical, sem bolsa periodontal.
- **Classe C:** Apresenta uma lesão periapical de grandes dimensões, que progride em sentido coronal mas sem bolsa periodontal.
- **Classe D:** Representa uma situação clínica similar à classe C, no entanto, já apresenta bolsa periodontal.
- **Classe E:** Existe uma lesão periapical com comunicação endodôntica e periodontal, não existindo, contudo, fratura radicular.
- **Classe F:** Representa um dente com lesão periapical e já não contém a lâmina óssea vestibular.



Figura 1-Classificação de casos de cirurgia endodôntica (Kim, 2006)

As classes A,B e C não apresentam dificuldades para o tratamento apresentando até bom prognóstico. Pelo contrário, as classes D,E e F provocam grandes dificuldades durante o tratamento e o seu prognóstico é reservado. Para estes casos serem resolvidos, segundo os critérios de sucesso, o tratamento requer tanto técnicas endodônticas microcirúrgicas, como técnicas cirúrgicas periodontais (Kim et al., 2001).

De acordo com Cohen e Hargreaves (2011), os objetivos primordiais da cirurgia apical, consistem no ganho de acesso à área afetada, remoção do tecido patológico, avaliação da circunferência da raiz e sistema de canais radiculares, utilização de um material obturador biocompatível como retrobturação que estimule a regeneração do periodonto. Para que isso ocorra, é fundamental que haja a formação de novo cemento na superfície da raiz exposta e no material retrobturador. (Cohen, Hargreaves, 2011).

A cirurgia perirradicular ou periapical, executada desde os meados do século XIX, está indicada quando o retratamento endodôntico não cirúrgico não tem uma resposta positiva, sendo considerada uma extensão do mesmo. (Cohen, Hargreaves, 2011).

A abordagem cirúrgica pode ser a primeira opção de tratamento, nos casos de dentes com fragmentos não removíveis por via ortógrada. No entanto, pode ser recomendado o retratamento não cirúrgico antes do procedimento, de forma a reduzir a quantidade de microrganismos no sistema de canais, melhorando o prognóstico do dente. (Cohen, Hargreaves, 2011).

O sucesso do tratamento está dependente de muitas variáveis como a qualidade óssea, a quantidade de estrutura dentária remanescente e resistência à fractura, a qualidade da restauração, a experiência do operador, entre outros (Cohen, Hargreaves, 2011).

Existem diferentes técnicas de tratamento endodôntico cirúrgico:

- **Técnica Tradicional:**
 - Anestesia local: Lidocaína a 2% com epinefrina 1:100.000;
 - Retalho mucoperiostal/ espessura total;
 - Osteotomia realizada com broca;
 - Curetagem dos tecidos moles à volta do ápice;

- Remoção de 2-3mm do ápice;
 - Bisel: 45°;
 - A preparação da cavidade com broca;
 - Material retrobturador: IRM (Material Restaurador Intermediário);
Reaproximação do retalho e sutura.
- **Técnica Moderna:**
 - Auxílio do microscópio operatório;
 - Anestesia loca: Lidocaína a 2% com epinefrina 1:50.000;
 - Retalho mucoperiostal/ espessura total;
 - Osteotomia com broca de alta velocidade;
 - Curetagem dos tecidos moles à volta do ápice;
 - Remoção de 2-3mm do ápice;
 - Bisel: mínimo ou sem bisel;
 - Preparação da cavidade de 2-3mm de profundidade com pontas retrógradas de ultrassom;
 - Reaproximação do retalho e sutura.

Segundo Bramante e Bertbert (2000), existem as seguintes modalidades cirúrgicas:

- **Apicectomy:** Remoção cirúrgica com um angulo de 90°, de 3mm do terço apical de um dente.
 - Indicações: Lesões periapicais persistentes após tratamento convencional, presença de reabsorção, perfurações, remoção de deltas apicais e instrumentos fracturados.
 - Contra-indicações: Raiz curta, inacessibilidade cirúrgica, perda óssea acentuada e canal deficientemente obturado.

- **Cirurgia com obturação simultânea:** Obturação do canal durante o procedimento cirúrgico.
 - Indicações: *Dens in dente*, canal difícil de secar, material extravasado, ápice fraturado, rizogênese incompleta, próteses com espigão, canais inacessíveis, perfurações e instrumentos fraturados.
 - Contra-indicações: Raiz curta, inacessibilidade cirúrgica, perda óssea acentuada e inacessibilidade do canal.
- **Obturação retrógrada:** Remoção da raiz em bisel e preparo duma cavidade na luz do canal e obturação.
 - Indicações: Dentes com prótese suportada por falso coto fundido, perfurações, instrumentos fraturados, *Dens in dente*, canais impenetráveis por: calcificação, curvatura, degrau em dentes com lesão apical.
 - Contra-indicações: Raiz curta, inacessibilidade cirúrgica, perda óssea acentuada, raiz muito fina, conformações anatômicas apicais complexas e curvaturas radiculares acentuadas para palatino.
- **Re-instrumentação com retrobturação:** Instrumentação do canal e retrobturação com *gutta-percha*.
 - Indicações: Instrumentos fraturados na região apical e dentes com prótese suportada por falso coto fundido.
 - Contra-indicações: Raiz curta, inacessibilidade cirúrgica, perda óssea acentuada e canais atresiadados.

Segundo Jostes e Johnson (2002), o *kit* básico para executar esta cirurgia é o seguinte:

Espelho bucal e sonda	Sonda periodontal	Régua milimétrica	Aplicadores com pontas de algodão
Taça de irrigante para a seringa e solução salina	Pinça para algodão	Lâminas cirúrgicas e bisturi	Escavador em forma de colher
Elevadores periosteos	Ponta de aspirador cirúrgico e estilete	Hemostático	Porta-agulhas
Gaze	Pontas ultrassônicas	Condensador	Seringa com aspiração, agulha e anestésico

Tabela 6-- Kit básico cirúrgico (Jostes e Johnson, 2002)

Segundo Gandevivala et al. (2014), a cirurgia periapical pode apresentar várias dificuldades técnicas para o clínico, como por exemplo em casos referentes a molares mandibulares, a proximidade dos ápices a estruturas nobres, o complexo acesso as raízes face à sua localização posterior, bem como a sua inclinação lingual (Gandevivala et al., 2014).

A radiografia é crucial neste estágio, porém considera-se a radiografia periapical limitada, uma vez que remete apenas para 2 dimensões do objeto, dificultando a sua interpretação. Assim, o uso de Tomografia Computorizada é considerado uma mais-valia pois permite uma fiel avaliação quer no que diz respeito à extensão da lesão, quer a relação espacial entre estruturas (Gandevivala et al., 2014).

Cohen e Hargreaves (2011), afirma ser diferente a anestesia local utilizada para procedimentos de cirurgia apical e aquela a que se recorre na realização de tratamento endodôntico não cirúrgico. Efetivamente, o uso de anestésico local, com vasoconstritor (Cohen, Hargreaves, 2011).

Devemos efetuar profilaxia antibiótica com amoxicilina uma hora antes do procedimento cirúrgico, tal como analisar a radiografia panorâmica e periapical, a avaliação da pressão arterial do doente é imprescindível, antes de iniciar o paciente deve efetuar um bochecho com clorhexinida (asepsia intraoral) (Cohen, Hargreaves, 2011).

O anestésico é primeiramente administrado na mucosa alveolar do local do ápice da raiz vestibular, seguido da sua extensão por 2 ou 3 dentes em cada lado desse local. No caso de dentes posteriores mandibulares é também geralmente utilizada a técnica de bloqueio regional. Muitas vezes é necessária a administração de anestesia infiltrativa palatina ou lingual, contudo, em menores quantidades. Após a deposição do anestésico em todos os locais necessários, o clínico deve aguardar cerca de 10 minutos antes do início da cirurgia (Cohen, Hargreaves, 2011).

O acesso cirúrgico inicia com a realização de uma janela ou descolamento dos tecidos moles, sendo necessário avaliar as características dos mesmos, como as margens da coroa, a inserção do freio labial, a largura da gengiva e a altura e largura da papila. É preferida uma incisão relaxante vertical, em alternativa à angular, uma vez que lesa menos vasos sanguíneos, evitando a isquemia e hemorragia nos tecidos (Kim *et al.*, 2009).

Depois de feito a janela ou descolamento dos tecidos moles com exposição óssea, realiza-se então a loca óssea que permitirá o acesso ao ápice radicular. É de salientar que nos casos em que já existe perda óssea, muitas vezes a loca óssea já se encontra presente, sendo apenas necessária a regularização das margens (Cohen, Hargreaves, 2011).

Na remoção de osso para acesso ao ápice radicular, o tecido duro saudável deve ser preservado e a geração de calor durante o procedimento deve ser reduzida. O aquecimento do tecido ósseo é prejudicial na medida em que irá reduzir a formação de osso na cicatrização e aumenta o fluxo sanguíneo durante a cirurgia (Cohen, Hargreaves, 2011).

A broca esférica é a ideal para realizar o acesso, devendo ser utilizada com movimentos de escovagem, pois caso contrário, ocorre uma força excessiva na broca para o interior do osso, onde não é efetiva a irrigação. Este tipo de brocas permite também refrigeração das superfícies que estão a ser cortadas, devido à ponta que apresenta, diminuindo os danos provocados pelo aumento da temperatura (Cohen, Hargreaves, 2011).

Depois de realizar o acesso ao ápice radicular, avalia-se a extensão de apicectomia e retro-obturação a realizar. A extensão da apicectomia é determinada pela quantidade de tecido afetado que deve ser removido, devendo possibilitar espaço suficiente para o tratamento do ápice radicular, que inclui a preparação de uma cavidade apical e posterior retro-obturação. A apicectomia deve ser realizada perpendicularmente ao longo eixo do dente e deve ser, geralmente, de 3 mm. Desta forma, é possível incluir 98% das ramificações apicais e 93% dos canais acessórios, evitando segundas infecções (Kim *et al.*, 2009).

Este procedimento deve originar uma superfície lisa e plana, sem bordo pontiagudos, para não prejudicar o processo de cicatrização. A apicectomia permite a remoção de um instrumento fraturado que se localize no terço apical e que seja possível a sua tração.

No caso de estar situado na zona de curvatura e seja impossível removê-lo, este é mantido no mesmo local, realizando-se a apicectomia e posterior retro-obturação, deforma a proporcionar um selamento apical adequado, sendo que, deste modo, o instrumento não influenciará o prognóstico do dente (Cohen, Hargreaves, 2011).

É então realizado o preparo da retrocavidade, com o objectivo de criar uma cavidade no ápice previamente seccionado, que possua dimensões adequadas para a retro-obturação. Para isso, utilizam-se brocas ou pontas ultrassónicas, preferencialmente (Cohen, Hargreaves, 2011).

As retrocavidades radiculares eram tradicionalmente preparadas utilizando brocas esféricas pequenas ou de cone invertido, tendo sido posteriormente introduzidos instrumentos e pontas na tentativa de melhorar o tratamento. Surgiram entretanto as pontas ultrassónicas de microcirurgia, tendo sido empregadas pela primeira vez por Bertrand *et al.*. As brocas utilizadas inicialmente para a preparação da cavidade apical apresentavam alguns problemas como uma cavidade não paralela ao canal, difícil acesso à extremidade radicular ou perfuração lingual da raiz. (Plotino *et al.*, 2007).

Como desenvolvimento de pontas ultrassónicas de retro-preparação, existem atualmente uma ampla variedade de tamanhos e ângulos, e associando à utilização de microscopia, revolucionou a terapia radicular, melhorando os procedimentos cirúrgicos com melhor acesso à extremidade apical radicular e, conseqüentemente, uma melhor preparação do canal, necessitando apenas de uma osteotomia de dimensões reduzidas (Plotino *et al.*, 2007).

Após o preparo da retrocavidade é realizada a retro-obturação do canal radicular, sendo o material de eleição o Agregado Trióxido Mineral (MTA), pois este material retro obturador evita a infiltração e o seu endurecimento não é afetado pela presença de sangue. A manipulação e colocação do MTA são difíceis, havendo, no entanto, diversos instrumentos desenvolvidos especificamente para este fim. O ultrassom apresenta boa utilidade na compactação do MTA (Cohen, Hargreaves, 2011).

Após a inspeção clínica e radiográfica, realiza-se a curetagem do local da osteotomia e também irrigação com solução salina estéril ou água destilada. De seguida, o clínico pode optar por fazer uma regeneração tecidual guiada, com recurso a materiais de substituição óssea, com objetivos osteoindutores e osteocondutores (Cohen, Hargreaves, 2011).

É então realizada a sutura do campo cirúrgico, após a reposição do retalho, com pontos simples ou sutura contínua, com fio de sutura 5-0. Existe atualmente uma grande variedade de materiais de sutura, sendo mais utilizado o fio de seda. A sutura sintética é

também muito usada, tendo melhor pós-operatório do que o fio de seda. A sutura reabsorvível não é recomendada nestas situações (Kim *et al.*, 2009).

No fim da sutura, deve ser colocada uma gaze estéril húmida e gelada sobre o retalho. Durante o pós-operatório, o paciente deve manter o sítio cirúrgico muito bem limpo, fazendo bochechos com soluções salinas ou de clorohexinida para prevenir a acumulação de placa bacteriana (Kim *et al.*, 2009).

A cicatrização dos tecidos na cirurgia perirradicular dá-se por segunda intenção, pois envolve gengiva livre e inserida, mucosa alveolar, periósteo, osso, ligamento periodontal e cimento radicular (Cohen, Hargreaves, 2011).

A microcirurgia apical pode ser uma alternativa de tratamento clínico em casos de retratamento e remoção de fragmentos. Trata-se de uma intervenção que envolve a abertura e afastamento da gengiva para visualizar o osso subjacente e a remoção de todos os tecidos inflamados ou infetados. A extremidade da raiz é também removida, sendo colocado um material selador (MTA) na parte terminal do canal radicular e em casos de objetos fraturados remover o fragmento (Vilaça, 2014).

O ultrassom é o método mais seguro por possuir grande seletividade de corte tecidual, com sua ação apenas sobre tecidos mineralizados. Desta forma, o ultrassom preserva tecidos moles como nervos, vasos e mucosas. (Tsesis *et al.*, 2006; Setzer *et al.*, 2010; Rubstein *et al.*, 2002)

O instrumento ultrassónico devido ao seu tamanho reduzido vai promover um menor desbridamento ósseo, formando uma janela óssea menor sendo uma vantagem para a cicatrização dos tecidos. Existem vários tipos de pontas ativas de vários tamanhos e formas, de maneira a permitir ao médico escolher o melhor para o seu tratamento (Kim, 2001).

O diâmetro das pontas ativas são sempre ¼ mm que corresponde a 1/10 do tamanho da ponta ativa da peça de mão convencional. Das várias pontas que existem, a mais atual e eficaz é a kis tips, da Kerr Dental, que promove um melhor corte em menos tempo de trabalho, também deixa uma camada de dentina à qual vai promover uma melhor adesão do material (Kim, 2001).

Na preparação da cavidade apical, esta deverá ser realizada recorrendo ao uso de pontas de ultrassons, trabalhando com uma potência média/baixa (de modo a não provocar *cracks*) e acoplada a um sistema de refrigeração. O material de retrobturação de eleição é o MTA, apesar de a literatura sublinhar que ainda não existe nenhum material que seja 100% hermético. A loca óssea deverá ser preenchida com material que permita regeneração óssea e a sutura deverá ser executada preferencialmente, com ponto simples e com monofilamento de 5/0 ou superior (Morgado, 2015).

Apesar das vantagens deste procedimento acaba, por vezes, por apresentar complicações associada como a formação de irregularidades/degraus de dentina (Morgado, 2015).

De acordo com Prateek et al. (2013), a criação de irregularidades na estrutura dentinária é bastante comum na instrumentação canalar, podendo constituir áreas de concentração de stress que poderão contribuir para a fratura vertical (Prateek et al., 2013).

Recorrendo a aparelhos de magnificação, esse defeito pode ser diminuído, ou mesmo removido, inserindo uma lima rotativa no canal ou uma lima manual previamente pré curvada, aplicando um movimento axial entre 1 a 2mm (Prateek et al., 2013).

Se este degrau se encontra localizado a nível apical e existe acesso direto ao mesmo, um instrumento rotatório deverá ser inserido de modo a efetuar o bypass ao degrau, suavizando-o com o movimentos de pinceladas. Ainda assim, deve ter-se especial cuidado quando o degrau se encontra próximo da terminação do canal, uma vez que poderá levar a perfuração do mesmo (Prateek et al., 2013).

Segundo Prateek et al. (2013), também os instrumentos aos quais recorreremos para a captura do objeto fraturado podem fraturar, sendo que limas K e H estão mais predispostas a esse efeito adverso. (Prateek et al., 2013).

Este acontecimento poderá ser evitado recorrendo por exemplo, ao uso do ultrassom sem irrigação, e a uma velocidade considerada menor, com o intuito de diminuir a geração de calor no interior do canal. Isto prevenirá a fratura secundária do objeto a remover ou até mesmo, da ponta do ultrassom (Prateek et al. 2013).

Para além disto, este fator é ainda considerado vantajoso, pois ao diminuir esta propagação de calor, diminui ainda o risco de lesar os tecidos periodontais (Prateek et al. 2013).

As pontas de ultrassom, em comparação com a broca, reduzem a quantidade de osso extraída para maior acesso e para a sua preparação. Possibilitam, ainda, que a preparação siga o longo eixo do canal e simplifica o desbridamento de istmos (Morgado, 2015).

Durante o corte para evitar que haja fraturas da raiz, as pontas devem ser usadas com baixa intensidade, toque suave e com refrigeração (solução estéril salina ou água). Deverá ser feito com movimento de varredura e avaliada periodicamente a preparação, pelo instrumento de ampliação utilizado (com um micro espelho) (Morgado, 2015).

Velvart e Peters (2005) concluem que a combinação de magnificação e iluminação, uso de pontas de ultrassom e um selamento hermético é o que leva ao sucesso deste tratamento. Discutem também a relevância da estética pós-cirúrgica dos tecidos moles e da sua possível recessão e formação de cicatrizes. Destacando a escolha e o tratamento do retalho ao longo da cirurgia (pouco trauma, humedecido e suturado sem tensão) como pontos fulcrais. Estabelecem os retalhos de base papilar como os que terão menor recessão na cicatrização neste tipo de cirurgia (Velvart, Peters, 2005).

Segundo Yan (2006), a evolução da técnica cirúrgica (microscópio cirúrgico, retropontas ultrassónicas e novos materiais de retrobturação) aumentou a taxa de sucesso e torna o tratamento mais previsível (Yan, 2006).

A cirurgia endodôntica, atualmente, apresenta pouca semelhança com os procedimentos cirúrgicos realizados há 15 anos. A melhoria da magnificação e da iluminação, os instrumentos microcirúrgicos, o ultrassom, novos materiais para hemostasia e retrobturação e uma maior compreensão da biologia da cicatrização tecidual e da etiologia do processo patológico periapical persistente contribuíram para a evolução da cirurgia periapical. Com a escolha apropriada do caso e a aptidão do profissional, esta poderá ser uma alternativa previsível e eficaz em relação à extração e reabilitação protética ou implante dentário (Castelluci, 2003; Yan, 2006; Johnson, Fayad e Witherspoon, 2011).

A técnica cirúrgica moderna realizando apicectomia da raiz sem bisel e preparo da cavidade retrógrada com o uso de pontas ultrassônicas mostrou-se mais eficaz do que a técnica cirúrgica convencional (Morgado, 2015).

No passado, nunca foi encarado pelos clínicos a possibilidade da utilização de ultrassons na preparação apical retrógrada, uma vez que, as ferramentas padrão naquela época eram de grandes dimensões para o local cirúrgico e a verdadeira complexidade da anatomia da raiz não era conhecida. O retro-preparo era realizado com instrumentos rotativos usando brocas montadas em peças de mão convencionais ou micro cabeças, sendo estes atualmente substituídos por pontas ultrassônicas (Kim e Kratchamn, 2006).

Quando utilizadas as pontas de ultrassons há uma diminuição do risco de perfuração, um melhor controlo e, portanto, um funcionamento centrado no canal, contribuindo para uma superfície desinfetada e retentiva (Morgado, 2015).

O instrumento de ultrassom permite preparos apicais mais conservadores e precisos, que satisfazem os requisitos para os princípios mecânicos e biológicos da cirurgia endodôntica (Kim e Kratchman, 2006).

III-Conclusões

Denotou-se um crescimento massivo nos tratamentos endodônticos nos últimos anos. Este crescimento da atividade clínica permite a aquisição de prática e aptidões que apenas conhecendo os meios de tratamento disponíveis nos permite a opção de tratamento do canal. Com o tempo os pacientes tornaram-se mais confiantes na opção do tratamento endodôntico, pois com a evolução de técnicas e materiais a taxa de sucesso e de tolerância a dor tornaram-se mais apelativas (Ruddle, 2004).

Devido a uma melhor visualização, eficácia operativa, e capacidade de precisão de corte, a aplicação de instrumentos ultrassônicos tem aumentado consideravelmente.

Através de melhorias e melhores desenhos de peças, os instrumentos de ultrassônicos podem ter o uso alargado e eficiente em campos dentários. Apesar algumas questões ainda devem ser considerados, como de alta frequência ruídos, interferência com pacemakers, e um corte de baixa eficiência em comparação com o convencional High- ou low-speed.

Desta forma, o uso de ultrassons como método de modernização e melhoramento do tratamento endodôntico permite obter um melhor selamento tridimensional, torna-se essencial para evitar reinfeções e danos iatrogênicos e permite ainda obter resultados viáveis e reprodutíveis.

O ultrassom é considerado uma técnica segura e viável que apresenta diversas vantagens na medicina dentária não só na endodontia, mas como em todos os ramos. Com o auxílio de instrumentos ultrassônicos podemos complementar do procedimento mais simples como remover excessos de cimento, ou, até realizar uma obturação inversa, demonstrando assim a amplitude e variedade do instrumento.

Diversos autores indicam que os instrumentos de ultrassons têm um potencial extremamente elevado para se tornarem numa conveniente e útil ferramenta com eficácia em múltiplos tratamentos dentários, merecendo desenvolvimento e investimento futuros.

IV-Referências Bibliográficas

Bergmans, L. et al.(2008). Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens ex vivo. *International Endodontics Journal*, 41, pp. 227-239.

Bernardes, R.A. et al.(2009). Ultrasonic Chemical Vapor Deposition-coated Tip versus High- and Low-speed Carbide Burs for Apicoectomy: Time Required for Resection and Scanning Electron Microscopy Analysis of the Root-end Surfaces. *Journal of Endodontics*. 35, pp. 265-268.

Berutti, E. et al.(2012). Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *Journal of Endodontics*, 38, pp. 505-506.

Bonsor, S. J. et al.(2006). Microbiological evaluation of photo-activated disinfection in endodontics (an in vivo study). *British Dental Journal*, pp. 337-341.

Bramante, C. M. e Berbert A. (2000). Cirurgia Paraendodôntica. 1ªedição, São Paulo, Santos Livraria Editora, pp. 70-145.

Buchanan L.S. (2000). The standardized-taper root canal preparation--Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. *International Endodontics Journal*, 33, pp. 516-529.

Cantatore, G. (2009). Refining Access Cavities with the Start X Ultrasonic Tips. [Em linha]. Disponível em <<http://www.endocastellucci.it/pdf/eng/articles/2009%20Article%20StartX-LD.pdf>>[consultado em 04-04-16].

Carrilho, A. (2012). O Papel Do Laser Em Endodontia. Dissertação de Mestrado. Porto.Universidade Fernando Pessoa.

Castellucci, A. (2003). Advances in Surgical Endodontics. *L'Informatore Endodontico*, 6(1), pp. 2-16.

Castro, E. (2016). Aplicações Do Ultra-Som Na Endodontia. Dissertação de Mestrado. São Paulo. Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

Chen, Y. et al. (2013). Application and development of ultrasonics in dentistry. *Journal of the Formosan Medical Association*, 112, pp.659-665.

Chhina, H. (2015). Ultrasonics: A Novel Approach for Retrieval of Separated Instruments. *Journal of Clinical and Diagnostic Research for doctor* 9, pp.18-20.

Choung, P.H. (2007) Orthognathic surgery. *Journal Oral Maxillofacial Surgery*. 1018, pp. 1023- 1036.

Ultrassons. [Em linha]. Disponível em <<http://www.adielcomercial.com>.> [consultado em 06/06/16].

Cohen, S., Hargreaves, K. (2011) Cohen: Caminhos da Polpa. 10ª edição. Rio de Janeiro. Elsevier, pp. 79-249.

De Gregorio, C. et al. (2010). Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *Journal of Endodontics* 36, pp. 1216-1221.

De Groot, S, Verhaagen, B, Versluis, M. (2009). Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *International Endodontic Journal*, 42, pp. 1077-1083.

Del Fabbro, M. et al. (2007). Surgical versus non-surgical endodontic retreatment for periradicular lesions. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 3, pp 35-50.

Desai, P. e V. Himel (2009). Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of Endodontics* 35, pp. 545-549.

Deus, G. et al. (2003). Analysis of the film thickness of a root canal sealer following three obturation techniques. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, 17, pp.119-125.

Escribano-Escriva, B. et al.(2016). MTA apical barrier: In vitro study of the use of ultrasonic vibration. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, pp.318-321.

Evans, G. E., Bishop, K. e Renton, T. (2012). *Guidelines for Surgical Endodontics*. Royal College of Surgeons of England Ed. London.

Ferrari VBC. (2008). Estudo "in vitro" da anatomia dos canais da raiz méso-vestibular em primeiros molares superiores utilizando-se diferentes métodos de estudo [Dissertação Mestrado]. Vitória. Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Espírito Santo.

Fimple, J. et al.(2008). Photodynamic Treatment of Endodontic Polymicrobial Infection In Vitro. *Journal of Endodontics*, 34, pp.728-734.

Fonseca, M. B. et al.(2008). Photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *Photomedicine Laser Surgery*, 26, pp. 209-213.

Galafassi, D. et al.(2007). Estudo da anatomia interna do canal radicular em incisivos inferiores pela técnica de difinização. *Revista Sul Brasileira de Odontologia*, 4, pp.7- 11.

Gandevivala, A. et al.(2014). Surgical Removal of Fractured Endodontic Instrument in the Periapex of Mandibular First Molar. *Journal of International Oral Health*, 6, pp.85-88.

Garcez, A. S.; et al.(2007). Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. *Lasers in Surgery and Medicine*, 39, pp. 59-66.

Garcez, A. S. et al.(2008). Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. *Journal of Endodontics* 34, pp.138-142.

Gordon, W. et al.(2007). The antimicrobial efficacy of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial emitting tips on root canal dentin walls infected with *Enterococcus faecalis*. *Journal of the American Dentist Association*, 138, pp.992-1002.

Graça, B. (2014). O Hipoclorito De Sódio Em Endodontia. Dissertação de Mestrado. Porto. Universidade Fernando Pessoa Faculdade De Ciências Da Saúde.

Gu, L. S. et al.(2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics* 35, pp.791-804.

Guimarães, B. (2013). Influencia da agitação de 4 cimentos com ultrassom na capacidade seladora, penetrabilidade dentinária e qualidade da obturação pela técnica da condensação lateral ativa. Dissertação de Mestrado. São Paulo .Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo.

Gutknecht, N. (2008). Lasers in Endodontics. *Journal of the Laser and Health Academy*,4, pp. 1-5.

Haapasalo, M.; Endal, U.; Zandi, H. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10, pp. 77– 102.

Haapasalo, M.; Qian, W.; Portenier, I. (2007). Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *Journal of Endodontics*, 33, pp. 917- 925.

Haapasalo, M.; Shen, Y.; Ricucci, D. (2010). Reasons for persistent and emerging post treatment endodontic disease. *Endodontic Topics*,18, pp. 31-50.

Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. (2013) Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. *Journal of Endodontics* Mar, 39, pp.30-43.

Hashem, A. (2007) Ultrasonic Vibration: Temperature Rise on External Root Surface during Broken Instrument Removal. *Journal of Endodontics*, 33, pp. 1070-3.

Hörsted-Bindslev, P. et al.(2007). Quality of Molar Root Canal Fillings Performed With the Lateral Compaction and the Single-Cone Technique. *Journal of Endodontics*, 33, pp.468-471.

Hubscher, W., Barbakow, F., Peters, O. (2003). Root canal preparation with FlexMaster: canal shapes analysed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal*, 36, pp. 740–747.

Iandolo, A.; et al.(2015). Modern technologies in Endodontics. *Giornale Italiano di Endodonzia*, 30, pp.2-9.

Jiang, L., Verhaagen, B., Versluis, M. (2010). Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *Journal of Endodontics*, 36, pp. 143-146.

Johnson, B., Fayad, M. e Witherspoon, D. (2011). Cirurgia Perirradicular. In: Hargreaves, K. e Cohen, S. *Cohen: Caminhos da Polpa*. 10ª Edição. Rio de Janeiro, Elsevier, pp. 654-701.

Jostes, J., Johnson, W. (2002). Endodontic Surgery. In: Johnson, W. *Color Atlas of Endodontics*. 1ª Edição, Filadélfia, Elsevier, pp. 147-162.

Kamburis, J. et al.(2003). Removal of organic debris from bovine dentin shavings. *Journal of Endodontics*, 29, pp. 559–61.

Kim, S. (2001). Color Atlas of Microsurgery in Endodontics. 1ªedição. Philadelphia, *Saunders Company*, pp. 30- 152.

Kim, S. e Krachtman, S. I. (2006). Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review, *Journal of Endodontics*, 32, pp. 601-623.

Kim, S., Pecora, G., Rubinstein, R. (2009) Atlas de microcirugía en endodoncia. 1ª edición. Madrid. *Ripano*, pp 70-104.

Klyn, S. L. et al.(2010). In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator system, the F file, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 36, pp. 1367-1371.

Kreisler, M. et al.(2003). Efficacy of NaOCl/H₂O₂ irrigation and GaAlAs laser in decontamination of root canals in vitro. *Lasers Surgery Medical*, 32, pp. 189-196.

Kustarci, A., Akpınar, K., Sumer, Z. (2008). Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, 41, pp. 1066-1071.

Lopes, H., e Siqueira J. (2010) Endodontia: biologia e técnica. 3 edição. Rio de Janeiro. Elsevier. pp.707-725.

Luckmann, G., Dorneles, L. C., e Grando, C. P. (2013). Etiologia dos Insucessos dos Tratamentos Endodônticos, *Vivências*, 9, pp. 133-139.

Macedo, R. et al.(2014). Sonochemical and high-speed optical characterization of cavitation generated by an ultrasonically oscillating dental file in root canal models. *Ultrasonics Sonochemistry*, 21, pp.324-335.

Madarati, A., Qualtrough, A., Watts, D. (2009). A Microcomputed Tomography Scanning Study of Root Canal Space: Changes after the Ultrasonic Removal of Fractured Files. *Journal of Endodontics*, 35, pp. 125-8

Man, J.; et al.(2012). Low-intensity Low-frequency Ultrasound Promotes Proliferation and Differentiation of Odontoblast-like Cells. *Journal of Endodontics*, 38, pp.608-613.

Marchesan, M. A.; et al.(2008). Effect of 980-nanometer diode laser on root canal permeability after dentin treatment with different chemical solutions. *Journal of Endodontics* 34, pp. 721-724.

Mareending, M.; et al.(2007). Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *Journal of Endodontics* 33, pp. 1325-1328.

Martin, G. (2016). Análise Do Preparo De Canais Radiculares Realizado Pelos Alunos Do Curso De Odontologia Da UFES Utilizando-Se A Diafanização. Dissertação de Mestrado. Goiabeiras. Universidade Federal do Espírito Santo.

Martins, L. (2012). Avaliação quantitativa da descontaminação bacteriana intra-canal, mediante o uso de protocolos de irrigação com NaOCl e de laser díodo de GaAlAs *Faculdade*. Dissertação de Mestrado. Porto. Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa.

Michel, J.F., Poblete.Michel, M.G. (2009). Clinical success in bone surgery with ultrasonic devices. 1ª edição. Paris, *Quintessence*, pp. 5- 12.

Mohammadi, Z. (2008). Evaluation of residual antibacterial activity of three concentrations of new root canal irrigation solution. *The New York State Dental Journal*, 74, pp. 31-33.

Moore, A., Howley, M., O'Connell, A. (2011). Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children. *Dental Traumatology*, 27, pp.166-173.

Morgado, M. (2015). Retratamento Endodôntico Cirúrgico. Dissertação de Mestrado. Porto. Universidade Fernando Pessoa Faculdade Ciências da Saúde.

Mozo, S., Llena, C. and Forner, L. (2012). Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugia Bucal*, pp.512-516.

Munley, P. J. e G. G. Goodell (2007). Comparison of passive ultrasonic debridement between fluted and nonfluted instruments in root canals. *Journal of Endodontics*, 33, pp. 578-580.

Nevares, G. el al.(2012). Success Rates for Removing or Bypassing Fractured Instruments: A Prospective Clinical Study. *Journal of Endodontics*, 38, pp. 442-460.

Panitvisai, P. et al.(2010). Impact of a Retained Instrument on Treatment Outcome: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 36, pp. 775-80.

Parirokh, M. e Torabinejad, M. (2009). Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action, *Journal of Endodontics*, 36, pp. 400-413.

Pécora, D. D. J. et al.(2004). 4 Peculiaridades, Cinemática e Uso dos Instrumentos de Pega digital. [Em linha] Disponível em: <http://143.107.206.201/restauradora/endodontia/temas/instrumental/instrumental_dig_pec.pdf> [Consultado em 22/05/2016].

Pécora, J. D. e Capelli, A. (2004). Técnica mecanizada para preparo dos canais radiculares. [Em linha] Disponível em: <http://143.107.153.201/restauradora/rotatorios/protaper_plus/protaper_plus.pdf>[Consultado em 15/05/2016].

Pedroche, L. et al.(2013). Apicectomy after conventional endodontic treatment failure: case report, *Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, 10, pp.182-187.

Peters, O. (2004). Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *Journal of Endodontics*, 30, pp. 559-567.

Peters, O. Schonenberger, K. Laib, A. (2001). Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International Endodontic Journal*, 34, pp. 221-230.

Plotino G.; et al.(2007). Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of Endodontics*, 33, pp.81–95.

Prateek, J.; et al.(2013). Management Options Of Intracanal Separated Instruments: A Review. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation*, 2, pp.17-21.

- Rafter, M. (2005). Apexification: a review. *Dental Traumatology*, 21, pp. 1-8.
- Rebelo, P. (2015). Soluções Irrigantes Em Endodontia. Dissertação de Mestrado. Porto. Universidade Fernando Pessoa Faculdade De Ciências Da Saúde.
- Rhodes, J. (2006). Advanced Endodontics: Clinical Retreatment and Surgery. 1ª edição Reino Unido, *Taylor and Francis*, pp. 47- 230.
- Rubinstein, R., Kim, S. (2002) Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. *Journal of Endodontics*, 28, pp. 378-80.
- Ruddle, C. (2002) Broken Instrument Removal : The Endodontic Challenge. *Dentistry Today*. [Em linha]. Disponível em < <http://www.dentistrytoday.com/endodontics/997> [Consultado em 15/05/2016].
- Ruddle, C. (2004). Nonsurgical Retreatment. *Journal of Endodontics*, 30, pp.827-845.
- Schilder, H. (2006). Filling root canals in three dimensions. *Journal of Endodontics*, 32, pp.281-290.
- Schoeffel, G. J. (2007). The EndoVac method of endodontic irrigation: safety first. *Dentistry Today*, 26, pp.92- 96.
- Schoeffel, G. J. (2008). "The EndoVac method of endodontic irrigation, part 2--efficacy. *Dentistry Today* 27, pp. 82-87.
- Schoeffel, G. J. (2008). The EndoVac method of endodontic irrigation, Part 3: System components and their interaction. *Dentistry Today*, 27, pp. 106-111.
- Sedgley, C. et al.(2004). Real-Time Imaging and Quantification of Bioluminescent Bacteria in Root Canals In Vitro. *Journal of Endodontics*, 30, pp.893-898.

Setzer, F. C. et al.(2012). Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature - Part 2: Comparison of Endodontic Microsurgical Techniques with and without the Use of Higher Magnification, *Journal of Endodontics*, 38, pp. 1–10.

Silva, F. (2012). Remoção Da Smear Layer Dos Canais Radiculares Em Função Das Técnicas De Instrumentação e Irrigação Endodônticas. Dissertação de Doutorado. Valência. Universidade de Valência.

Song, M. e Kim, E. (2012). A Prospective Randomized Controlled Study of Mineral Trioxide Aggregate and Super Ethoxy-Benzoic Acid as Root-end Filling Materials in Endodontic Microsurgery, *Journal of Endodontics*, 38, pp.875-879.

Song, M. et al.(2011). Analysis of the Cause of Failure in Nonsurgical Endodontic Treatment by Microscopic Inspection during Endodontic Microsurgery, *Journal of Endodontics*, 37, pp.1516-1519.

Soukos, N. S. et al.(2006). Photodynamic therapy for endodontic disinfection. *Journal Endodontics* 32, pp. 979-984.

Souter, N., Messer, H. (2005). Complications Associated with Fractured File Removal Using an Ultrasonic Technique. *Journal of Endodontics*, 31, pp. 450-2.

Stocker, I. (2013). Abordagem Clínica de Instrumentos Fraturados em Endodontia. Dissertação de Mestrado. Porto. Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciências da Saúde.

Suter, B., Lussi, A., Sequeira, P. (2005) Probability of removing fractured instruments from root canals. *International Endodontic Journal*, 38, pp. 112-23.

Terauchi, Y., O’Leary, L., Suda, H. (2006) Removal of Separated Files from Root Canals With a New File-removal System: Case Reports. *Journal of Endodontics*, 32, pp. 789-97.

Townsend, C. and J. Maki (2009). An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *Journal of Endodontics*, 35, pp. 1040-1043.

Tsesis, I. et al. (2013). Outcomes of Surgical Endodontic Treatment Performed by a Modern Technique: An Updated Meta-analysis of the Literature, *Journal of Endodontics*, 39, pp. 332-339.

Van der Sluis, L. et al. (2010). Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *Journal of Endodontics*, 36, pp. 737-740.

Van der Sluis, L. W., M. Versluis, et al. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontics Journal* 40, pp. 415-426.

Van Der Weijden, F. (2007) The Power of Ultrasonics. 1ª edição. Chicago: *Quintessence*, pp. 23- 88.

Velvart, P. e Peters, C. I. (2005). Soft Tissue Management in Endodontic Surgery, *Journal of Endodontics*, 31, pp. 4-16.

Vilaça, J. (2014). Cirurgia Endodôntica. Dissertação de Mestrado. Porto. Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciências da Saúde.

Von Arx, T. (2011). Apical Surgery: A review of current techniques and outcome, *Saudi Dental Journal*, 23, pp. 9-15.

Ward, J. (2003) The Use Of An Ultrasonic Technique To Remove A Fractured Rotary Nickel-Titanium Instrument From The Apical Third Of A Curved Root Canal. *Australian Endodontic Journal*, 29, pp. 25-30.

Witherspoon, D. et al. (2008). Retrospective Analysis of Open Apex Teeth Obturated with Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*, 34, pp. 1171-1176.

Wu M. (2001) A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Internation Endodontics Journal*, 34, pp. 137-141.

Yan M. T. (2006). The management of periapical lesions in endodontically treated teeth, *Australian Endodontics Journal*, 32, pp. 2-15.

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32, pp.389-398.

Zhang, K., Young, K. (2010). Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite on the structural integrity of mineralized dentin. *Journal of Endodontics*, 36, pp. 105-109.